COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 JANVIER 1920.

PRÉSIDENCE DE M. LÉON GUIGNARD, PUIS DE M. HENRI DESLANDRES.

M. **Léon Guignard**, Président sortant, fait connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des recueils qu'elle publie et les changements survenus parmi les Membres et les Correspondants pendant le cours de l'année 1919.

État de l'impression des recueils de l'Académie au 1er janvier 1920.

Comptes rendus des séances de l'Académie. — Le tome 165 (2e semestre de l'année 1917) est paru avec ses tables et a été mis en distribution.

Le tome 166 (1er semestre de l'année 1918) est paru avec ses tables et sera prochainement mis en distribution.

Les numéros des 2e semestre de l'année 1918, 1er et 2e semestres de l'année 1919 ont été mis en distribution, chaque semaine, avec la régularité habituelle.

Mémoires de l'Académie. — Le tome LVI, 2e série, est paru et a été mis en distribution.

Le tome LVII, 2e série, est sous presse.

Procès-verbaux des séances de l'Académie des Sciences, tenues depuis la

fondation de l'Institut jusqu'au mois d'août 1835. — Le tome IX, années 1828-1831, et le tome X, années 1832-1835, sont sous presse.

Annuaire de l'Académie. — L'Annuaire pour 1920 est paru et est mis en distribution au cours de cette séance.

Membres décédés depuis le 1er janvier 1919.

Section d'Économie rurale. — M. **Schlœsing** père, le 8 février.

Associés étrangers. — Lord **Rayleigh**, à Witham, le 30 juin.

Membres élus depuis le 1er janvier 1919.

Section de Géométrie. — M. **Edouard Goursat**, le 19 mai, en remplacement de M. Emile Picard, élu Secrétaire perpétuel pour les Sciences mathématiques.

Section d'Astronomie. — M. **Henri Andoyer**, le 30 juin, en remplacement de M. Wolf, décédé.

Section de Physique générale. — M. **Daniel Berthelot**, le 24 février, en remplacement de M. Amagat, décédé.

Section de Chimie. — M. **Émile Bourquelot**, le 2 juin, en remplacement de M. Jungfleisch, décédé.

Section d'Économie rurale. — M. **Pierre Viala**, le 3 février, en remplacement de M. Muntz, décédé.

Section de Médecine et de Chirurgie. — M. **Fernand Widal**, le 23 juin, en remplacement de M. Dastre, décédé.

Académiciens libres. — M. **Paul Janet**, le 8 décembre, en remplacement de M. Landouzy, décédé.

Membres non résidants. — M. **Wilfrid Kilian**, le 27 janvier, en remplacement de M. Duhem, décédé; M. **Eugène Cosserat**, le 31 mars, en remcement de M. Henry Bazin, décédé.

Division des applications de la science à l'industrie. — M. **Hilaire de Chardonnet**, le 12 mai; M. **Louis Lumière**, le 15 décembre.

Associés étrangers. — M. **George Ellery Hale**, à Mount Wilson Observatory, Californie, le 10 mars, en remplacement de M. Adolf von Baeyer; Sir **J. J. Thomson**, à Cambridge, Angleterre, le 17 novembre, en remplacement de M. Dedekind, décédé; M. **Ch. D. Walcott**, à Washington, le 24 novembre, en remplacement de M. Metchnikoff, décédé.

Membres à remplacer.

Section de Mécanique. — M. **Marcel Deprez**, mort le 14 octobre 1918.

Section d'Économie rurale. — M. **Schloesing** père, mort le 8 février 1919.

Division des applications de la science à l'industrie. — Une place de cette nouvelle division reste à pourvoir.

Sir **William Ramsay**, mort le 23 juillet 1916; lord **Rayleigh**, mort le 30 juin 1919.

Correspondants décédés depuis le 1er janvier 1919.

Pour la Section d'Astronomie. — M. **Pickering**, à Cambridge, Massachusetts, le 3 février.

Pour la Section de Physique générale. — Sir **William Crookes**, à Londres, le 4 avril.

Pour la Section de Botanique. — M. **W. G. Farlow**, à Cambridge, Massachusetts, le 3 juin.

Pour la Section d'Anatomie et de Zoologie. — M. **Gustav Retzius**, à Stockholm, le 21 juillet.

Pour la Section de Médecine et Chirurgie. — M. **Raphael Lépine**, à Menton, le 17 novembre.

Correspondants élus depuis le 1er janvier 1919.

Pour la Section d'Astronomie. — M. **Louis Fabry**, à Marseille, le 3 mars, en remplacement de M. Oskar Backlund, décédé.

Pour la Section de Physique générale. — M. **E. Mathias**, à Clermont-Ferrand, le 16 juin, en remplacement de M. Gouy, élu membre non résidant.

Pour la Section de Chimie. — M. **E. Paternò**, à Rome, le 7 juillet, en remplacement de M. Georges Charpy, élu membre de la division des applications de la science à l'industrie.

Pour la Section de Minéralogie. — M. **Alexandre Bigot**, à Caen, le 14 avril, en remplacement de M. Kilian, élu membre non résidant.

Pour la Section d'Économie rurale. — M. **Jean Effront**, à Bruxelles, le 10 février, en remplacement de M. Emmanuel Leclainche, élu membre titulaire.

Correspondants à remplacer.

Pour la Section de Géométrie. — M. **Vito Volterra**, à Rome, élu associé étranger le 3 décembre 1917; M. **Liapounoff**, mort à Pétrograd, le 3 novembre 1918; M. **Eugène Cosserat**, à Toulouse, élu membre non résidant, le 31 mars 1919.

Pour la Section d'Astronomie. — M. **Edmund Weiss**, mort à Vienne, le 21 juin 1917; M. **Pickering**, mort à Cambridge, Massachusetts, le 3 février 1919; M. **George Ellery Hale**, à Mount Wilson Observatory, Californie, élu associé étranger, le 10 mars 1919.

Pour la Section de Physique générale. — M. **Blaserna**, mort à Rome, le 26 février 1918; sir **William Crookes**, mort à Londres, le 4 avril 1919; sir **J. J. Thomson**, à Cambridge, Angleterre, élu associé étranger le 17 novembre 1919.

Pour la Section de Minéralogie. — M. **Ch. D. Walcott**, à Washington, élu associé étranger le 24 novembre 1919.

Pour la Section de Botanique. — M. **Charles Flahault**, à Montpellier, élu membre non résidant, le 25 février 1918; M. **W. G. Farlow**, mort à Cambridge, Massachusetts, le 3 juin 1919.

Pour la Section d'Anatomie et Zoologie. — M. **Gustaf Retzius**, mort à Stockholm, le 21 juillet 1919.

Pour la Section de Médecine et Chirurgie. — M. **Raphaël Lépine**, mort à Menton, le 17 novembre 1919.

En prenant possession du fauteuil de la présidence, M. **Henri Deslandres** s'exprime en ces termes :

Messieurs, je suis heureux d'avoir tout d'abord à remercier en votre nom mon éminent prédécesseur, M. Guignard, qui a rempli la fonction avec un zèle, un tact, une bonne grâce vraiment remarquables. Je l'ai vu à l'œuvre et de très près et je me propose de l'imiter le mieux possible.

Je suis très sensible, mes chers Confrères, au grand honneur que vous m'avez fait en m'appelant à diriger vos travaux. C'est pour un savant une belle fin de carrière de présider l'Assemblée, qui résume en elle toute la science française, et a derrière elle un si magnifique passé.

Depuis sa réorganisation en 1795, l'Académie des Sciences a pris une importance toujours croissante; elle a suivi l'ascension, rapide et continue, de la science elle-même, qui s'est épanouie largement dans tous les sens, et est la cause première des progrès modernes.

Dans les dernières décades, les découvertes ont été merveilleuses : conformément à la pensée de Pascal, qui rapprochait si bien l'infiniment petit et l'infiniment grand, l'homme a pu reconnaître et mesurer les dernières particules des corps, extrêmement petites, et, en même temps, les mouvements des systèmes stellaires les plus éloignés; ce qui est au delà, bien au delà de ce que nos sens bornés, réduits à eux-mêmes, peuvent atteindre. Récemment, une action nouvelle de la masse sur la lumière a été annoncée et vérifiée. Joignez-y les progrès constants de l'étude des microbes, de la radioactivité, de la chimie qui crée des corps nouveaux, de toutes les autres branches de la science. Ajoutez aussi les applications, extrêmement étendues : la télégraphie sans fil, la navigation aérienne et sous-marine, et l'industrie tout entière, à laquelle nous avons justement, l'année dernière, fait dans notre sein la place qui lui est due.

Et vous avez un ensemble grandiose de connaissances et de faits acquis, devant lequel votre nouveau président se sent tout petit. Il lui faut avoir sur toutes ces choses au moins quelques clartés, pour en parler comme il convient. Je compte sur l'appui de nos éminents secrétaires perpétuels, choisis parmi les meilleurs d'entre nous; je compte aussi sur la bienveillance que l'Académie a toujours témoignée à son président. Car nous sommes ici, Messieurs, comme les membres d'une même famille.

Cependant l'année s'annonce difficile; il nous faut remporter une seconde victoire, une victoire sur nous-mêmes, et sur les causes multiples de faiblesse développées au cours de cette guerre si longue. Une grande œuvre de réorganisation s'impose, qui exigera de tous un effort plus grand, qui mettra chaque homme et chaque chose à la place la meilleure. Nous aurons

à faire un examen de conscience et à rechercher résolument si l'emploi de notre temps, si l'organisme auquel nous sommes attachés, ont bien le rendement maximum; et la crise que nous subissons pourra finalement être un bienfait, si elle découvre nos défauts cachés et conduit à des réformes utiles. L'Académie suivra avec attention cette enquête et ses conséquences, pour que la recherche scientifique, base des progrès futurs, soit sauvegardée, intégralement maintenue, et même soit renforcée.

Mais je m'arrête; nous devons donner les premiers le bon exemple, et appliquer immédiatement la règle simple, très simple, vieille comme le monde, qui assure tous les succès. Travaillons; *labor omnia vincit improbus*.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

LITHOLOGIE. — *La systématique des roches grenues à plagioclases et feldspathoïdes*. Note de M. A. Lacroix.

La combinaison plagioclases-néphéline parmi les roches grenues a été longtemps inconnue; aussi, lorsqu'on crut l'avoir découverte, Rosenbusch désigna-t-il sous le nom de théralite (θηρᾶν) cette roche si ardemment cherchée; on sait quels furent ses avatars.

Plus tard, des roches analogues ont été rencontrées dans de nombreuses provinces pétrographiques à caractère alcalin, et plusieurs ont reçu des noms spéciaux; leur discussion laisse l'impression de beaucoup d'indécision, et je n'exclus pas de cette critique la nomenclature un peu variable que j'ai moi-même employée depuis trente ans dans l'étude des roches de ce genre recueillies au Canada, à Madagascar, aux Comores, à Tahiti, en Écosse, en Portugal et en Auvergne. Le but de cette Note est de mettre de l'ordre dans ces roches, non seulement en tenant compte de la composition chimique et minéralogique, mais encore en faisant intervenir la notion des *types hétéromorphes*, c'est-à-dire de ceux qui, tout en ayant une composition minéraogique différente, offrent entre eux une grande similitude de composition chimique. A côté des roches à néphéline (sodalite-haüyne), il faut citer quelques roches leucitiques qui n'ont jusqu'ici qu'une importance théorique.

Série sodique ou des théralites. — Un premier groupe est caractérisé par une plus haute teneur en alcalis; c'est là que la potasse, toujours en proportion inférieure à la soude, atteint son maximum. Ce groupe comprend les *essexites* et les *théralites* (str. sens.). Le terme d'essexite est pris dans

le sens originel, proposé par Sears pour spécifier la roche de Salem Neck (Essex County, Mass.) renfermant une quantité importante d'orthose sodique, de la hornblende bactéricitique et parfois de la biotite accompagnant l'augite, et enfin je ne signalerai plus dans les roches suivantes l'apatite, l'ilménite ou la titanomagnétite que, car en plus ou moins grande abondance, elles y sont constantes.

Les essexites sont les plus ferromagnésiennes des roches éruptives dont les paramètres chimicominéralogiques sont (III. 6. 2. 4). Leur structure est parfois grenue, mais les plagioclases sont souvent plus ou moins aplatis, et alors enveloppés par de grandes plages d'orthose. L'essexite de Salem Neck manifeste une tendance à la structure porphyrique, celles de Madagascar à la structure diabasique, néphéline et orthose, remplissant alors les intervalles des plagioclases. La hornblende, qui est constante, est souvent automorphe et allongée suivant *c*.

Je réserve le nom de *théralite* aux types franchement mésocrates; la proportion du feldspath potassique y est généralement moindre que dans les essexites et souvent réduite à une bordure cerclant les plagioclases. Enfin, le rapport de la néphéline aux feldspaths est en moyenne plus élevé (III. 7. 2. 4) que dans les essexites.

Je distingue des théralites des roches dans lesquelles l'orthose est plus rare ou dissimulée, le plagioclase plus basique (labrador à bytownite), la néphéline moins abondante par rapport aux feldspaths. Elles comprennent deux types, que je désigne sous les noms de *luscladite* et de *bérondrite*.

Les *luscladites* sont généralement dépourvues de hornblende, mais renferment toujours de l'olivine et souvent de la biotite; leur structure est celle des gabbros hypéritiques scandinaves; des lames de plagioclases basiques, frangées d'orthose, sont plutôt empilées qu'enchevêtrées; la néphéline remplit leurs intervalles; cette roche est souvent néphélinifère plutôt que néphélinique, et elle passe alors à des gabbros à olivine. Ce type lithologique a une remarquable fixité [Tahiti (vallée de Papenoo); Madagascar (Nosy komba); la Réunion (Cilaos); Canada (Montréal); Écosse (Crawfordjohn); Portugal (Tallagueira, Mafra); Cantal (Font-des-Vaches)]; dans quelques régions volcaniques, il ne se voit pas en place, mais des blocs en sont amenés au jour par les explosions (Ravin de Lusclade, au Mont-Dore; cratère de Ziani, île de Dzaouzi, aux Comores). Une variété très mélanocrate forme un gros dyke dans le gneiss du pied occidental du Fiakarantsoa (Monts Vavavato à Madagascar). Enfin, la *kylite* (Tyrrell), du district de Kyle (Écosse), doit en être considérée comme un type encore plus mélanocrate, passant à des péridotites.

Les *bérondrites* (du Berondra, petit fleuve du massif de Bezavona, à Madagascar) sont caractérisées par une hornblende brune très allongée, suivant c, associée à de l'augite titanifère. Les variations de structure sont les mêmes que dans les essexites; il existe des variétés pegmatoïdes leucocrates (Nosy komba, Andrakaraka) passant aux essexites et aux monzonites néphéliniques par accroissement de la teneur en orthose, et d'autres, plus mélanocrates que le type moyen, qui sont riches en olivine et évoluent vers la structure porphyrique. La *montréalite* (Adams et Barlow) du Mont-Royal est une variété à grands éléments, plus mélanocrate encore.

Le terme le plus pauvre en alcalis de la série des théralites est constitué par les roches à haüyne, les *mareugites* (III.6.4.4.5) des tufs d'ordanchites du Mont-Dore; elles comprennent des variétés très feldspathiques et d'autres, presque holomélanocrates.

Restent deux formes hétéromorphes, dont l'une est caractérisée par la disparition de la néphéline et l'autre par celle des feldspaths. J'appelle la première *mafraïte*, de Mafra dans le massif de Cintra (Portugal), où elle constitue des dykes riches en hornblende associée à de l'augite et à du labrador. La hornblente forme, soit des cristaux automorphes de plusieurs centimètres de longueur (Rio Touro), soit des plages irrégulières de moindre dimension (Tifao de Mafra). La composition chimique est celle de la bérondrite (III.6.3.4), mais la néphéline n'est pas exprimée; elle reste à l'état potentiel, grâce à la présence de hornblende, à la fois très pauvre en silice, très alumineuse et notablement sodique. La mafraïte existe aussi dans le Cantal (Fournols), en dykes dans la brèche andésitique; dans le nord-ouest de Madagascar, et aussi à Montréal, elle constitue un facies de variation de la bérondrite.

La seconde forme hétéromorphe est la *fasinite* d'Ambaliha (Madagascar), roche grenue, constituée par de la néphéline et beaucoup d'augite titanifère, avec un peu d'apatite et d'orthose. Ici, c'est l'augite, riche en alumine, qui supplée au minéral déficient, le plagioclase, mis en évidence seulement par le calcul; la composition chimique est celle d'une bérondrite mélanocrate très néphélinique (III.7.3.4), de telle sorte qu'il n'est pas possible de faire rentrer la fasinite dans le groupe des ijolites qui ne renferment, à l'état potentiel, que peu ou pas de plagioclases.

La complication de la série des théralites est augmentée par l'existence de nombreuses roches de composition chimique semblable, mais dans lesquelles il n'y a pas, ou il *n'y a plus*, de néphéline; par contre, l'analcime y abonde. Que dans certains cas, celle-ci puisse être primaire et dater de la fin de la période de cristallisation du

magma, j'en ai donné moi-même jadis des preuves pour les essexites de Madagascar, dans lesquelles ce mineral est accompagné de néphéline fraîche, mais néanmoins je pense que, dans la plupart des cas, la plus grande partie de l'analcime a été formée aux dépens des feldspathoïdes et aussi des feldspaths par voie secondaire, d'origine atmosphérique, et non pas dans une phase de corrosion pneumatolytique ultime. Je ne crois donc pas que, dans la systématique, il soit légitime de mettre ces types à analcime sur le même plan que les roches à feldspathoïdes.

Au point de vue descriptif, il peut être commode de se servir, pour les distinguer de deux noms existant dans la nomenclature et dont la signification doit, dans ce cas, être précisée. Les types feldspathiques peuvent être appelés *teschénites* et ceux dépourvus de feldspaths, *bekinkinites*. Ce dernier terme a été proposé autrefois par Rosenbusch, qui a commis une méprise en interprétant inexactement une de mes descriptions des roches de Madagascar; il a appelé ainsi la roche d'Ambaliha, dénommée plus haut fasinite, alors que les roches de Bekinkiny ne renferment pas ce type et constituent uniquement des variétés à hornblende et analcime, généralement dépourvues de néphéline.

Série potassique. — Quelques mots, en terminant, au sujet de la série potassique. Les roches grenues à plagioclases et leucite sont inconnues en place, mais je les ai rencontrées sous forme de blocs de projection dans les tufs de la Somma. Je renvoie à une Note antérieure (¹) pour leur description, me contentant de rappeler que la *puglianite*, formée de leucite, d'anorthite et d'augite, avec un peu de biotite, de hornblende et d'orthose, est l'homologue de la mareugite dans la série sodique, alors que son hétéromorphe, la *sébastianite*, homologue de la mafraite dans la série sodique, est composée d'augite, de biotite et d'anorthite; toute la potasse y est concentrée dans le mica.

Analyses (²). — *Essexites.* — Madagascar : 1. Sandrakoto, 'II.'6.2.4 (B); 2. Nosy Komba, II.5(6).2(3).4 (P'); 3. Berondra, II.6.2'.4 (P'); 4. Jangoa, II.6.'3.4 (P); — Tahiti : 5. Papenoo, II.'6.(2)3.4 (P); 6. Salem Neck (Mass.), II'.6.2.4 (Washington).

Théralites. — Madagascar : 7. Bekinkiny, III.7.2.4 (P); — Bohème : 8. Flurhübl près Duppau, III.(6) 7.'2.4' (Tertsch).

(¹) *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 205.

(²) Les analyses des roches que j'ai étudiées ont été faites par M. Pisani (P et P' pour celles publiées antérieurement et qui ont été rectifiées), par MM. Raoult (R) et Boiteau (B); j'y joins, comme comparaison, quelques résultats dus à des analystes dont les noms sont mis entre parenthèses.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
SiO^2	53,42	53,10	46,40	47,90	47,50	46,99	43,60	44,42
Al^2O^3	20,20	20,15	20,01	19,85	19,97	17,94	14,07	13,33
Fe^2O^3	2,65	1,15	4,07	1,05	3,39	2,56	3,42	9,14
FeO	2,77	5,75	4,95	5,49	4,74	7,56	7,85	6,35
MgO	2,20	3,05	2,75	4,21	3,60	3,22	6,86	5,74
CaO	5,12	6,74	8,44	8,56	6,92	7,85	11,62	10,60
Na^2O	6,85	5,65	6,29	4,85	5,25	6,35	5,05	5,60
K^2O	3,87	2,56	2,71	3,21	3,47	2,62	1,88	1,81
TiO^2	1,39	1,41	2,57	3,60	2,96	2,92	3,16	1,63
P^2O^5	0,11	0,25	0,26	0,34	0,44	0,94	0,13	0,35
H^2O (+ / −)	+ 0,72 / − 0,28	0,62	1,25	1,15	2,25	0,65	+ 1,75 / − 0,48	1,75
	99,76 [1]	100,43	99,70	100,21	100,49	99,60	100,29 [2]	100,90 [3]

Luscladites : 1. Font-des-Vaches (Cantal), III.6.'3.4 (P); 2. Craighead près Crawford john (Écosse), III.6'.'3.4 (A. Scott); 3. R. vin de Lusclade (Mont-Dore), III.'6.3.'4 (P'); 4. Cratère de Ziani (Comores). III.'6.3.4 (R); 5. S.-W. Paço di Mafu (Portugal), III (IV).5'.3.4 (R); 6. Fiakarantsoa (Madagascar), III (IV) [7.3.4'].2.'2.2'.'3 (R); 7. *Kylite,* Benbeoch (Écosse), (III) IV [6.3.4].1.3'.'2.2 (Dittrich in Tyrrell).

Mareugites : 8. Col du Train (type leucocrate), II (III).5'.4-5 (P); 9. Mareuges (type mélanocrate), III (IV).6.4.4-5 (R).

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
SiO^2	46,31	44,37	44,95	45,10	45,08	41,20	44,18	40,51	36,34
Al^2O^3	14,90	14,19	15,09	14,58	10,48	12,11	10,67	20,40	12,69
Fe^2O^3	1,77	3,12	2,30	3,47	6,51	5,00	0,97	5,24	12,86
FeO	8,98	7,28	9,61	9,10	7,33	11,01	10,03	6,90	4,89
MgO	8,15	7,84	9,25	7,20	7,47	8,68	17,77	5,38	8,47
CaO	9,51	12,68	10,47	10,96	15,56	13,70	9,75	12,40	15,26
Na^2O	4,06	3,86	2,82	3,86	2,25	3,19	2,37	2,95	1,42
K^2O	1,62	1,92	2,02	1,57	0,90	0,87	1,23	0,70	0,82
TiO^2	3,00	2,37	3,02	2,42	3,99	3,68	1,30	3,07	5,30
P^2O^5	0,32	0.83	0,51	0,63	0,38	0,31	0,38	0,29	0,18
H^2O (+ / −)	1,38	+ 1,23 / − 0,24	0,37	+ 0,85 / − 0,17	+ 0,13 / − 0,08	+ 0,35 / − 0,09	0,97	2,50	+ 1,38 / − 0,26
	100,00	100,17 [4]	100,41	99,91	100,36 [5]	100,19	99,62	100,62 [6]	100,09 [7]

(1) Y compris MnO 0,18.

(2) Y compris MnO 0,42.

(3) Y compris S 0,18.

(4) Y compris MnO 0,24.

(5) Y compris Cl 0,11; SO^3 0,09.

(6) Y compris Cl 0,13; SO^3 0,15.

(7) Y compris Cl 0,26; SO^3 0,36.

Berondrites. — Madagascar : 1. Nosy komba, III.'6.3.4' (B); 2. Nosy komba (pegmatite), II (III).6.3.4 (B); 3. Berondra (type à olivine), III.6'.3.4 (R); 4. Berondra, III.6(7).3'.4 (R); Canada : 5. Montréal, III'.6.'4.4 (Connor, *in* Adams); *Montréalite* : 6. Montréal, (III) IV.2.2.2.2 (Connor).

Mafraites. — 7. Fournols (Cantal), III (III).(5) 6.3.4' (P); Portugal : 8. Rio Touro, 'III.(5)6.3'.4 (R); 9. Tifao de Mafra, III.6.3.4 (R), auxquels il faut comparer la roche de Brandberget (Norvège), III'.6.3.4 décrite par Brögger.

Fasinite. — Ambaliha (Madagascar), III'.7.3.4 (R).

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
SiO^2	46,79	43,16	43,60	40,60	43,10	44,66	47,10	43,54	45,72	43,65	39,70
Al^2O^3	16,47	18,61	14,60	16,56	13,94	9,64	16,34	16,66	15,62	11,48	14,18
Fe^2O^3	3,13	2,93	5,04	5,88	4,92	4,98	4,63	2,36	3,15	6,32	5,27
FeO	6,05	6,73	7,13	6,89	6,93	6,65	4,61	7,43	9,51	8,00	8,4
MgO	6,60	5,34	5,22	5,52	8,86	12,83	4,04	7,20	5,31	7,92	8,04
CaO	12,50	11,46	14,62	14,24	14,65	13,11	11,58	11,10	10,92	14,00	15,20
N^2O	3,78	3,98	3,51	2,93	2,50	2,07	3,40	3,31	4,13	2,28	2,83
K^2O	1,14	2,20	2,05	1,80	0,89	1,17	2,60	1,43	1.75	1,51	1,51
TiO^2	2,12	2,71	3,40	3,80	2,80	2,27	3,62	5,40	3,01	4,00	4,20
P^2O^5	0,27	1,21	0,28	0,65	0,27	0,24	0,16	0,72	0,46	tr.	0,35
H^2O +	0,89	1,44	0,65	1,03	0,55	0,79	»	1,05	0,55	1,00	0,44
H^2O −	0,30	0,05	0,14	0,14	0,15	0,11		0,12	0,11		0,19
	100,04	99,82	100,24	100,04	100,62 (1)	99,40 (2)	100,58 (3)	100,32	100,24	100,16	100,32

Bekinkinites. — Madagascar : Bekinkiny, 1. III.'8.2.'5 (R); 2. III.7.2.4 (P); 3. (Vinanitelo), III.6 (7).3.4 (P); Maromiandra, 4. III.6 (7).2.4 (R); 5. Barshaw (Ecosse), III.(5) 6.4.(4) 5 (Radley et Tyrrell).

	1.	2.	3.	4.	5.
SiO^2	42,20	43,60	43,35	42,50	40,87
Al^2O^2	14,11	13,60	15,70	15,35	16,23
Fe^2O^3	3,15	3,95	2,00	5,04	1,31
FeO	8,05	6,95	8,70	7,24	7,37
MgO	5,91	10,20	6,38	4,10	9,83
CaO	13,20	12,10	11,60	10,36	11,13
Na^2O	5,80	3,74	4,09	5,15	2,78
K^2O	1,14	0,69	1,70	2,35	0,53
TiO^2	2,65	2,44	2,57	2,72	2,85
P^2O^5	0,10	0,43	0,09	0,79	0,52
H^2O +	3,40	2,75	3,45	3,75	4,28
H^2O −	0,70			0,45	1,35
	100,71 (4)	100,45	99,93 (5)	99,88	100,34 (6)

(1) Y compris : MnO 0,14; S 0,22; CO^2 0,64; BaO 0,03; SrO 0,03.
(2) Y compris : MnO 0,19; FeS^2 0,22; Cl 0,07; CO^2 0,37; SrO 0,03.
(3) Y compris FeS^2 2,50.
(4) Y compris MnO 0,30.
(5) Y compris CO^2 0,08.
(6) Y compris : MnO 0,64; (CoNi)O 0,06; CO^2 0,38; FeS^2 0.21.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la stabilisation de l'acroléine* (V). *Action stabilisante des corps à fonction phénolique.* Note de MM. **Charles Moureu, Charles Dufraisse, Paul Robin** et **Jean Pougnet.**

Nous avons signalé précédemment [1] les propriétés nettement stabilisantes de l'acide benzoïque et du phénol contre la formation du disacryle. Mais, ainsi que nous l'avons également indiqué, tandis que les autres acides, en dehors de l'acide benzoïque (et sans doute des acides analogues), ont généralement une action faible, ou parfois même nuisible, les phénols sont doués d'une activité stabilisante intéressante. L'étude de l'action des phénols sur l'acroléine fait l'objet de la présente Note.

On ne pourra utiliser une substance pour la stabilisation de l'acroléine que si l'on a, au préalable, constaté qu'elle jouit de la propriété de ralentir considérablement la formation spontanée du disacryle. Mais il sera indispensable de s'assurer, en outre, qu'elle ne favorise pas la formation de la résine soluble : nous avons démontré [2], en effet, que la première action apparente, sur l'acroléine, d'une substance qui détermine la transformation en résine soluble, consiste dans la suppression de toute production de disacryle. Nous envisagerons donc à ce double point de vue l'action des phénols.

I. Les phénols et la formation du disacryle. — L'activité stabilisante d'une substance, comme nous l'avons indiqué dans la Note précédente, peut être appréciée par la mesure de la durée excédante de limpidité, c'est-à-dire par la mesure du temps qui s'écoule entre l'apparition du disacryle dans l'échantillon témoin et dans l'échantillon additionné de la substance. Les chiffres donnés ci-dessous représentent la moyenne de plusieurs expériences ; l'altération peut être considérée comme complètement négligeable quand la durée de limpidité excède 6 mois.

---

(1) Ch. Moureu, Ch. Dufraisse et Paul Robin, *Comptes rendus*, t. 169, 1919, p. 1068.

(2) Ch. Moureu et Ch. Dufraisse, *Comptes rendus*, t. 169, 1919, p. 621.

A. *Monophénols à fonction simple :*

	Durées excédantes de limpidité.	
	1 pour 100 de réactif.	2 pour 100 de réactif.
Phénol ordinaire	2 jours	2 jours
Crésol ortho	20 »	30 »
» méta	8 »	8 »
» para	15 »	20 »
Carvacrol	15 »	>6 mois
Naphtol α	>6 mois	>6 mois
» β	12 jours	15 jours

On voit que certains monophénols possèdent un pouvoir stabilisant notable.

B. *Polyphénols à fonction simple :*

	Durées excédantes de limpidité.	
	1 pour 100 de réactif.	2 pour 100 de réactif.
Pyrocatéchine	>6 mois	>6 mois
Homopyrocatéchine	>6 mois	>6 mois
Résorcine	20 jours	45 jours
Orcine	4 jours	4 jours
Hydroquinone	>6 mois	>6 mois
Pyrogallol	>6 mois	>6 mois
Phloroglucine	10 jours	10 jours

La présence de plusieurs fonctions phénoliques sur le noyau produit donc un accroissement notable du pouvoir stabilisant, sauf quand les oxhydryles se trouvent en position méta (résorcine, orcine, phloroglucine) l'un par rapport à l'autre.

C. *Acides-phénols.* — L'acide benzoïque étant doué de propriétés nettement stabilisantes, nous avons supposé que l'action de l'oxhydryle phénolique serait exaltée par la coexistence d'un carboxyle sur le noyau. L'expérience n'a pas confirmé nos prévisions : l'activité des acides-phénols est intermédiaire entre celle de l'acide benzoïque et celle des phénols à fonction simple correspondants.

D. *Éthers de phénols :*

	Durée excédante de limpidité.	
	1 pour 100 de réactif.	2 pour 100 de réactif.
Éther-oxyde méthylique du phénol (anisol)........................	0	0
Éther acétique de la fonction phénolique de l'acide salicylique (aspirine)....	0	0
Lactone de l'acide *o*-oxycinnamique $C^6H^4\langle{}^{CH=CH}_{O}\rangle CO$ (coumarine).	0	0
Monoéther-oxyde de la pyrocatéchine $C^6H^4\langle{}^{OCH^3\ (1)}_{OH\ \ (2)}$ (gaïacol)........	30	30
Diéther-oxyde de la pyrocatéchine $C^6H^4\langle{}^{OCH^3\ (1)}_{OCH^3\ (2)}$ (vératrol).......	0	0
Diéther acétique de la pyrocatéchine.	0	0
Triéther acétique du pyrogallol......	0	0

On voit que l'éthérification de l'oxhydryle supprime son pouvoir stabilisant. Le cas de la pyrocatéchine est particulièrement démonstratif : l'éthérification d'un seul de ses deux oxhydryles (gaïacol) diminue beaucoup le pouvoir stabilisant de la molécule, l'éthérificatiou des deux oxhydryles l'annule complètement.

L'action stabilisante ayant été constatée, en outre, sur de nombreux composés à fonction phénolique libre, tandis que les monoalcools ou polyalcools n'exercent pas d'action appréciable, nous sommes en droit d'affirmer que le pouvoir de retarder la formation du disacryle est une propriété spécifique de l'oxhydryle phénolique.

E. *Étude particulière des polyphénols.* — En vue d'aboutir à un procédé pratique de stabilisation de l'acroléine, nous avons soumis à une étude très détaillée l'action de la pyrocatéchine, de l'hydroquinone, du pyrogallol et de l'acide gallique.

Nous citerons, en particulier, la série d'expériences suivantes : des échantillons d'acroléine limpide ont été traités par ces divers réactifs aux doses de $\frac{1}{250}$, $\frac{1}{500}$, $\frac{1}{1000}$, $\frac{1}{2000}$ et $\frac{1}{4000}$, puis conservés pendant 6 mois à l'abri de la lumière. En aucun cas nous n'avons observé la formation du disacryle en quantités pondérables; certains échantillons accusaient simplement un trouble plus ou moins accentué.

Tous ces composés phénoliques entravent l'action de la chaleur et de la

lumière, qui tendent l'une et l'autre à accélérer la transformation de l'acroléine en disacryle.

II. Les phénols et la transformation en résine soluble. — Les expériences relatives à cette seconde partie de notre étude présentent plus de difficultés que les autres. La formation d'une substance insoluble comme le disacyle se manifeste lentement, en effet, par l'apparition d'un trouble, bien avant qu'il s'en soit produit une quantité pondérable. Dans le cas de la résine soluble, au contraire, la transformation ne peut être décelée que par la comparaison de deux mesures (densité initiale et densité finale, ou bien pesée du résidu initial et du résidu final), c'est-à-dire quand la résine atteint une proportion notable, supérieure aux erreurs de détermination. On voit donc que, pour des vitesses d'altération égales, on observera beaucoup plus tôt et plus facilement l'altération en disacryle que l'altération en résine soluble.

En raison de la multiplicité des mesures à effectuer, nous nous sommes bornés à l'étude d'un petit nombre de composés phénoliques. Nous nous contenterons de citer quelques essais caractéristiques concernant le pyrogallol, l'hydroquinone, la pyrocatéchine et l'acide gallique.

A. *Essais aux dilatomètres.* — Étant donnée la précision obtenue, cette série d'expériences présente une grande importance en ce qui concerne le problème de la stabilisation de l'acroléine : elle permet de conclure avec certitude aux propriétés stabilisantes des phénols.

Les dilatomètres utilisés étaient constitués par des tubes de 30^{cm} de long et de 3^{mm} à 4^{mm} de diamètre intérieur, terminés par un ballon de 50^{cm^3} de capacité. Le tube portait à sa partie supérieure un trait circulaire et un numéro d'ordre : on calibrait la partie tubulaire de l'appareil et l'on jaugeait la capacité totale jusqu'au trait. Après introduction du liquide, le dilatomètre était scellé à la lampe.

D'après nos calculs, nous pouvions évaluer ainsi une contraction inférieure au $\frac{1}{2000}$ du volume du liquide mis en observation, ce qui correspond, pour l'acroléine, à une transformation en résine soluble inférieure à 0,15 pour 100. On jugera de la supériorité de cette méthode d'expérimentation si nous ajoutons qu'aucune autre ne nous a jamais permis, en raison de diverses causes d'erreurs, de déceler une transformation en résine soluble inférieure à 1 pour 100.

Le Tableau suivant donne les résultats obtenus après des durées d'observation voisines de 6 mois.

Concentrations en phénols.	Nature des phénols.	Durée de l'observation en jours.	Proportion pour 100 d'acroléine altérée pendant la durée de l'observation.	en 1 jour.	en 1 an.
1/250	Pyrogallol	154	0,66	0,0043	1,5
	Pyrocatéchine	154	0,70	0,0045	1,6
	Hydroquinone	rupture accidentelle du dilatomètre.			
	Acide gallique	196	1	0,0051	1,8
1/500	Pyrogallol	154	0,63	0,0041	1,4
	Pyrocatéchine	154	0,70	0,0045	1,6
	Hydroquinone	154	0,80	0,0055	2,0
	Acide gallique	196	0,86	0,0044	1,6
1/1000	Pyrogallol	154	0,70	0,0045	1,6
	Pyrocatéchine	154	0,75	0,0047	1,7
	Hydroquinone	154	0,70	0,0045	1,6
	Acide gallique	196	0,76	0,0039	1,4
1/2000	Pyrogallol	154	0,63	0,0041	1,4
	Pyrocatéchine	154	0,76	0,0049	1,7
	Hydroquinone	154	0,83	0,0054	1,9
	Acide gallique	196	1	0,0051	1,8
1/4000	Pyrogallol	rupture accidentelle du dilatomètre.			
	Pyrocatéchine	154	0,83	0,0054	1,9
	Hydroquinone	154	1,00	0,0064	2,3
	Acide gallique	196	1,16	0,0059	2,1

L'altération est donc pratiquement négligeable. On peut rendre le fait plus frappant en calculant le temps qui s'écoulerait, dans chaque cas, avant la destruction de la moitié de l'échantillon, si la vitesse d'altération restait constante. On verrait ainsi que, dans le cas le plus défavorable (hydroquinone $\frac{1}{4000}$), il s'écoulerait 30 ans avant que la transformation n'eût atteint la moitié de l'échantillon.

Nous ajouterons que la faible altération observée nous paraît devoir être rapportée non pas à l'action des phénols, mais à l'action du verre, toujours légèrement alcalin.

B. *Grandes concentrations en phénols.* — En vue de nous assurer définitivement que les phénols n'altéraient pas l'acroléine, nous les avons fait agir en masse sur cet aldéhyde : l'altération a été déterminée par pesée du résidu laissé à l'évaporation, déduction faite du poids du phénol.

Concentrations en phénols.	Nature des phénols.	Durée des observations.	Proportion d'acroléine altérée en 1 jour.	en 1 an.
10 pour 100	Pyrogallol.........	7 mois	0,021	7,6
	Pyrocatéchine......	»	0,019	6,9
	Hydroquinone......	»	0,034	12,4
	Acide gallique.....	»	0,006	2,1
40 pour 100	Pyrogallol.........	»	liquide très fluide (1).	
	Pyrocatéchine......	»	0,042	15,33
	Hydroquinone......	»	0,097	35,40
	Acide gallique......	n'est pas soluble dans ces proportions.		

Bien qu'encore relativement faible, l'altération est ici sensiblement plus grande que dans le cas des faibles concentrations. Remarquons toutefois que la présence, en aussi fortes proportions, de substances étrangères, a pu déterminer des erreurs par excès dans l'évaluation du résidu laissé à l'évaporation.

En résumé, les phénols jouissent de la propriété de stabiliser l'acroléine pure, et certains polyphénols se montrent sous ce rapport particulièrement actifs.

SPECTROSCOPIE. — *Sur les spectres d'arc direct des métaux à point de fusion peu élevé.* Note de M. **A. de Gramont.**

Le spectre d'arc obtenu entre métaux, spécialement entre tiges de fer, sans recourir à l'intermédiaire de crayons de charbons, a déjà été l'objet d'assez nombreuses études. C'est même le procédé communément employé pour produire l'arc au fer, et il a servi de base aux belles publications de MM. Kayser et Runge (2) et de MM. Buisson et Fabry (3). Ces derniers ont particulièrement étudié la répartition des raies aux deux pôles et y ont fait connaître l'existence des raies de l'étincelle, qui sont localisées sur un point brillant situé sur la goutte d'oxyde fondu terminant chaque électrode. Ces points émettent toutes les raies d'étincelle, alors que les flammes de l'arc ne les donnent pas. Je ne puis malheureusement résumer ici tous les

(1) Le vase a été brisé accidentellement à la fin de l'observation.

(2) *Abh. d. Akad. Wiss. zu Berlin*, 1888.

(3) *Atlas du Spectre du Fer* et *Etudes de quelques propriétés spectroscopiques et électriques de l'arc entre métaux* (*Journ. de Physique*, décembre 1910).

résultats intéressants de ce Mémoire, capital pour la connaissance de l'arc électrique, et dont une partie a été publiée ici même ([1]). Des observations ont été faites sur l'arc entre tiges de cuivre, et aussi de nickel, par les mêmes physiciens. Mais le contraste entre la haute température de l'arc et le point de fusion peu élevé de certains métaux d'usage courant avait fait écarter généralement l'étude de l'arc direct entre fragments de ceux-ci.

La très grande luminosité de l'arc et les poses très courtes qu'elle permet m'ont amené à prendre des spectrogrammes de comparaison entre les spectres d'étincelle condensée (sans self-induction) d'une part, et ceux de l'arc direct et de l'arc aux charbons pour quelques-uns de ces métaux, le zinc, le cadmium, l'étain, le plomb, l'antimoine, le bismuth, le magnésium et l'aluminium.

Il a été fait usage du courant de la ville à 110 volts, puis du courant alternatif à 50 périodes. Un rhéostat, manœuvré après essais préalables, était placé dans le circuit. L'intensité donnée par l'ampèremètre était élevée ainsi successivement de 5 à 13 ampères.

De gros fragments des métaux étudiés étaient maintenus fortement dans des pinces d'acier portées au bout des tiges d'ébonite du support à crémaillère, dont on trouvera la figure dans une précédente Communication ([2]). L'image renversée et en vraie grandeur était d'abord projetée sur la fente du spectrographe au moyen d'une lentille sphérique en quartz, pour l'étude de la répartition des raies aux deux pôles ainsi séparés sur le cliché. Le temps de pose, raccourci par suite de la consommation rapide

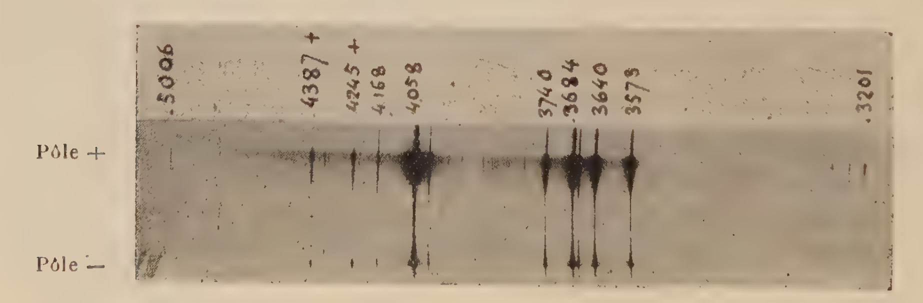


Fig. 1. — Plomb. Image entière de l'arc direct projetée sur la fente du spectrographe.

des électrodes, était d'environ 2 secondes et amplement suffisant. C'est ainsi qu'a été prise l'épreuve ci-dessus (*fig.* 1).

([1]) Buisson et Fabry, *Comptes rendus*, t. 146, 1908; t. 150, 1910.
([2]) A. de Gramont, *Comptes rendus*, t. 166, 1918.

Un second cliché était pris ensuite, au moyen d'une lentille cylindrique, qui donnait en coïncidences successives sur la fente et sur la plaque les spectres du métal : 1° dans l'étincelle condensée sans self-induction; 2° dans l'arc direct; 3° dans l'arc au charbon. Les raies d'étincelle, absentes de l'arc au charbon, mais présentes dans l'arc direct sont ainsi mises en évidence, comme on le voit sur les figures 2 et 3.

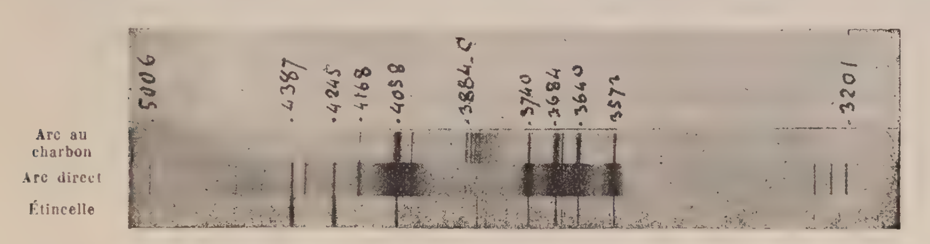


Fig. 2. — Plomb. Arcs comparés à l'étincelle.

Les spectres présentés ici, sans agrandissement, proviennent d'un spectrographe à deux prismes en crown uviol dont l'objectif de chambre a 85^{cm} de distance focale pour la raie F. Pour chacun des métaux à l'étude, des spectres étaient ensuite pris, dans les mêmes conditions et semblablement disposés, avec un spectrographe à optique en quartz (¹). J'ai tenu à suivre l'apparence visuelle et les variations, souvent rapides, des spectres, au moyen d'un spectroscope à vision directe à deux prismes composés, où le dédoublement des raies D écarte celles-ci d'environ une division de l'échelle micrométrique, ce qui correspond à un peu moins d'une minute d'arc. Les méthodes modernes de spectrographie, presque exclusivement employées maintenant, ne doivent pas faire abandonner l'emploi du spectroscope pour l'examen de la région visible. Seul cet instrument permet de saisir l'irrégularité d'un spectre et les apparitions fugitives de raies, parfois très vives, mais qui ne peuvent impressionner la plaque photographique, même panchromatique.

Les observations ainsi faites ont permis de reconnaître dans l'arc direct, d'une part certaines raies d'étincelle considérées par Lockyer comme raies « renforcées » et dont la présence dans l'arc direct est incontestable avec

(¹) Ces spectrographes ont été antérieurement décrits : *Comptes rendus*, t. 166, 1918, p. 94; t. 157, 1913, p. 1364, et pour le spectrographe quartz ainsi que pour le spectroscope à vision directe, avec des figures, *Ann. de Chim. et Phys.*, 8e série, t. 17, août 1909. — Je tiens à remercier ici M. Émile Dureuil pour son dévoué concours dans le présent travail.

une intensité notable, comme le montrent, pour le plomb et l'étain, les figures données ici, et d'autre part des raies d'étincelle, classées aussi comme renforcées, et dont la présence dans l'arc direct est passagère et ne peut être reconnue qu'au spectroscope. J'ai donc constaté ainsi deux classes de raies d'étincelle dans l'arc : 1° les raies d'apparition permanente dans le spectre; 2° les raies d'apparition passagère reconnaissables au spectroscope seulement. Ces dernières lignes fugitives apparaissent au pôle +, comme un éclair, au moment de l'amorçage de l'arc. Ainsi qu'on pouvait le penser, ces raies sont mieux et un peu plus longtemps visibles avec le courant alternatif, et surtout aux premiers éclats de l'amorçage. On les voit plus facilement encore en coupant et rétablissant l'arc, en produisant des amorçages réitérés par rapprochements et éloignements successifs des électrodes de métal, portées sur des pinces isolées commandées par des crémaillères. Un effet analogue peut être amené par l'emploi de l'ingénieux appareil à arc interrompu par rotation d'un des pôles, de M. M. Hamy [1]; malgré le ramollissement rapide des électrodes qui doivent s'y heurter légèrement, les raies passagères d'amorçage y sont bien visibles avec le courant alternatif.

Voici les résultats que les procédés précédemment exposés m'ont permis d'obtenir avec certains métaux :

Zinc. — Le doublet des raies à la limite du bleu et du vert : 4924 et 4912, constitue bien, avec son homologue du cadmium, le type de ces raies d'amorçage qui apparaissent fugitivement, comme un éclair, au moment de l'allumage de l'arc, et qu'on finit par voir assez facilement, soit par réitération d'amorçage, soit avec le dispositif de M. Hamy. Sur les clichés dans les différentes régions du spectre, il n'y a que quelques différences d'intensités, peu marquées, entre l'arc direct et l'arc au charbon. Les deux fortes raies d'étincelle 2558 et 2502, souvent désignées à tort, comme exclusivement propres à l'étincelle, sont présentes dans tous les arcs, mais la seconde y est très faible.

Cadmium. — Le doublet de raies vertes 5379 et 5338 qui, comme son homologue du zinc, est considéré comme l'un des types de raies « renforcées », exclusivement présentes dans l'étincelle, peut être mis en évidence dans l'arc direct dans les mêmes conditions que le doublet du zinc, mais plus facilement. On voit dans le champ du spectroscope ces deux raies s'élancer

---

(1) *Comptes rendus*, t. 155, 1912, p. 631.

et disparaître en partant du pôle +, de part et d'autre de la raie verte du thallium, dont la présence permanente dans la plupart des échantillons de cadmium est accompagnée, dans l'ultraviolet, des raies les plus sensibles de cet élément.

Sur les clichés, comme raie permanente nouvelle, je n'ai reconnu que 3536, exclusivement signalée jusqu'ici dans l'étincelle; elle est assez forte. La raie 3299 est forte, Kayser et Runge seuls l'avaient constatée jusqu'ici dans l'arc.

Étain. — La raie d'étincelle 4586, dans le bleu, n'a pu être observée en aucune manière, même passagèrement, et dans aucun des arcs ([1]). En revanche, deux lignes, caractéristiques de l'étincelle seule, 3352 et 3284 se montrent, la première forte, la seconde assez forte, dans l'arc direct et dans

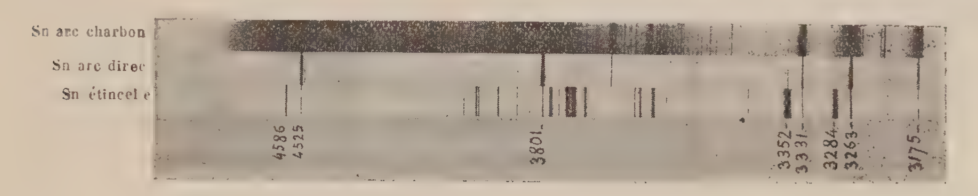


Fig. 3. — Étain. Arcs comparés à l'étincelle.

l'arc tournant, courant continu ou alternatif, et d'une manière permanente (*fig.* 3). Les échantillons d'étain employé donnaient avec une intensité notable, les raies de l'indium : 4512 indigo, et 4102 violette, ainsi que 3958 dans l'ultra violet.

Plomb. — C'est ce métal qui permet de mettre le plus aisément en évidence, dans l'arc direct, des raies considérées comme propres à l'étincelle, les raies indigo bien connues 4387 et 4245. Les figures 1 et 2 font voir leur intensité, facile à constater, d'ailleurs, avec n'importe quel spectroscope. Les clichés m'ont montré aussi, parmi les impuretés habituelles du plomb : Fe, Ca, Zn, Al, Cd, Bi, Sb, Ag, Cu et la présence presque constante du thallium.

Antimoine et *Bismuth.* — Les clichés d'arc direct de ces deux éléments ne donnent aucune raie n'appartenant pas à l'arc au charbon ([2]). Les intensités

---

([1]) Il faut se mettre en garde contre une confusion avec la raie 4587 du fer, presque toujours présente.

([2]) La raie Bi 4260, attribuée à l'étincelle seulement, est en réalité présente avec une intensité moyenne dans l'arc au charbon.

relatives seules diffèrent, un certain nombre de raies faibles ou d'intensités moyennes étant plus fortes dans l'arc direct. Les raies d'impuretés sont les mêmes dans les arcs et l'étincelle. Mais l'examen, au spectroscope, de la partie visible des spectres de ces métaux, du rouge au vert, permet d'y reconnaître, très vives, un certain nombre de lignes de l'étincelle, considérées jusqu'ici comme étrangères à l'arc. Ce sont : pour l'antimoine, dans le rouge et l'orangé, 6651 ; 6303 ; 6287 ; 6130 ; 6080 ; 6005, et pour le bismuth, dans le rouge et l'orangé, 6809 ; 6600 ; 6129 ; 6059, et dans le vert 5210, cette dernière, en plus, bien entendu, des autres raies vertes de l'arc du bismuth.

Magnésium. — Sa raie 4481 est considérée par Lockyer comme due à une très haute température de l'étincelle, et l'un des types de raies renforcées. Dans l'arc direct, elle apparaît assez facilement au spectroscope, se détachant, brillante, sur le fond continu lumineux dû à la combustion du magnésium. Sur les clichés, la raie est faible, mais facilement visible. J'ai appris, depuis, qu'Hartmann avait signalé cette raie, importante en astronomie, au voisinage des électrodes de l'arc entre tiges de magnésium. Je n'ai, à part cela, constaté aucune autre présence de raie d'étincelle dans l'arc direct. La juxtaposition sur un même cliché des spectres ultraviolets du magnésium : 1° dans l'étincelle condensée sans self-induction ; 2° dans l'arc direct, et 3° dans l'arc au charbon, montre un contraste frappant dans l'aspect des raies renversées, surtout pour la raie ultime Mg 2852. Le renversement de celle-ci n'apparaît, dans l'étincelle, que comme un mince fil blanc divisant la raie noire, tandis qu'il devient, dans l'arc direct, une forte raie blanche bordée d'un halo noir, pour s'épanouir dans l'arc au charbon sous forme d'une large bande blanche, de largeur au moins double de celle de l'arc direct, et paraissant traversée d'une légère ligne sombre.

Des observations du même genre, mais moins tranchées, peuvent être faites sur d'autres raies du magnésium et aussi sur quelques raies du plomb (4058 ; 3684 ; 3640) ; du zinc (3345 ; 3303 ; 3382) ; de l'étain (3263 ; 3175).

Ces renversements n'ont pas été constatés dans l'arc à pôle tournant.

Aluminium. — Un examen des clichés de comparaison des deux arcs, dans la région visible, et le commencement de l'ultraviolet, n'a permis de trouver aucune raie spéciale à l'arc direct ; mais dans ceux qui ont été obtenus avec le spectrographe à optique en quartz, les raies de l'arc direct l'emportent de plus en plus en intensité sur celles de l'arc aux charbons, à

mesure qu'on se déplace vers les plus courtes longueurs d'onde. L'effet est particulièrement sensible à partir du doublet 3093, 3082, et deux raies de l'étincelle 2816 et 2632, considérées jusqu'à présent comme étrangères à l'arc, m'ont apparu dans l'arc direct avec les mêmes intensités que dans l'étincelle.

Arc au charbon. — La question se posait de s'assurer que ces raies, dites d'étincelle, étaient bien réellement étrangères à l'arc au charbon, chargé de métal dans le cratère positif, ainsi qu'il avait paru aux différents expérimentateurs dont tant de publications ont été faites sur les spectres d'arc. Pour la résoudre, j'ai recherché si, avec des poses prolongées, on n'arriverait pas à constater les raies d'étincelle de présence permanente, dans l'arc au charbon ordinaire. Cette supposition s'est réalisée et les raies 4387 et 4245 du plomb (voir *fig.* 4), aussi bien que 3352 et 3284 de

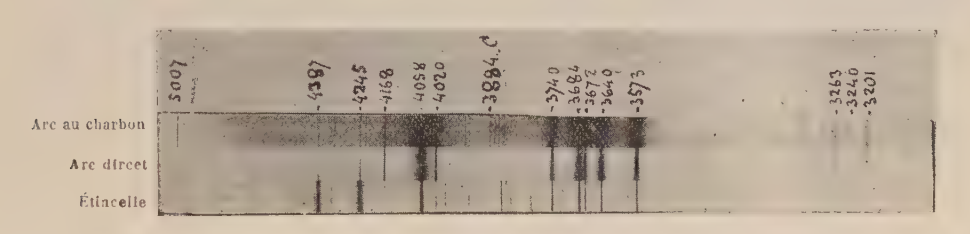


Fig. 4. — Plomb. Raies d'étincelle dans l'arc au charbon.

l'étain, se sont montrées bien visibles sur les clichés, quoique notablement moins fortes que dans l'arc direct. Il en est de même de la raie 2632 de l'aluminium, faiblement visible, mais certaine, dans l'arc au charbon.

En diminuant l'intensité du courant, par augmentation de la résistance du circuit, ces raies d'étincelle disparaissent, et cela beaucoup plus rapidement dans l'arc au charbon que dans l'arc direct.

Ainsi les raies 4387 et 4245 du plomb des figures 1 et 2 sont venues dans l'arc direct pour une intensité inférieure à une dizaine d'ampères; elles sont, comme on l'a vu figure 1, surtout localisées au pôle positif, notamment pour 5 ampères, tandis que, pour les obtenir suffisamment vives pour venir sur le cliché (*fig.* 4) de l'arc au charbon, il a fallu porter l'intensité du courant jusqu'à plus de 13 ampères. J'ajouterai que, dans l'un quelconque des arcs, la raie 4387 est notablement plus longue que 4245, et peut même s'étendre, très fine, d'un pôle à l'autre, tandis que 4245 paraît localisée surtout au pôle positif. Ce fait est facile à constater par l'observation oculaire au spectroscope.

Il résulte de tout ce qui précède que les spectres d'arc ne doivent pas être considérés comme invariables et toujours identiques à eux-mêmes. Ils sont susceptibles d'offrir de notables variations, non seulement dans les intensités de certaines raies, mais aussi dans l'apparition de celles-ci, et ces variations sont étroitement dépendantes de l'intensité du courant qui alimente l'arc.

M. J. **Costantin** fait hommage à l'Académie du Tome I (10e série), fascicules 2-6, des *Annales des sciences naturelles* (*Botanique*), publiées sous sa direction.

M. **Charles Richet** présente le nouveau fascicule de son *Dictionnaire de Physiologie* (tome X, fascicule 28, Paris, Alcan, 1920). La publication de cet Ouvrage, interrompue par la guerre, va maintenant se continuer régulièrement. Ce fascicule contient une étude sur la *Locomotion,* par Noguès, très développée, et les articles *Lapin*, *Larynx*, *Lécithines*, *Leucocytes*, *Lipase* et *Lumière*.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Agriculture** invite l'Académie à élire trois de ses membres qui devront remplacer au sein du *Conseil supérieur des stations agronomiques et des laboratoires agricoles*, les places de MM. **A. Lacroix**, **Roux et Violle**, membres sortants et rééligibles.

M. P. **Lesne** adresse des remercîments pour la subvention qui lui a été accordée sur la *Fondation Loutreuil*.

M. J. **Martinet** adresse des remercîments pour la subvention qui lui a été accordée sur le *Fonds Bonaparte*.

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Les calculs de G.-H. Darwin sur la stabilité de la figure piriforme.* Note de M. **Pierre Humbert**, présentée par M. Appell.

On sait qu'il y a désaccord entre les deux mathématiciens qui ont étudié le problème de la stabilité de la figure piriforme d'équilibre d'un fluide en rotation, G.-H. Darwin et Liapounov.

Le dernier, conduit par sa méthode à écrire la condition de stabilité sous la forme d'une somme de termes compliqués, mais en nombre fini, a trouvé que cette expression était positive, donc que le piroïde était instable. Darwin au contraire, après Poincaré, a mis la condition de stabilité sous une forme qui peut, en abrégé, se représenter par

$$f(H_3)+\sum_{i=1}^{i=\infty}\varphi(H_{2i}),$$

H_3 étant le troisième harmonique zonal (ici un produit de fonctions de Lamé) et H_{2i} un harmonique quelconque d'ordre pair : cette expression comprend donc une série infinie. Après avoir effectué de longs calculs, Darwin affirme la stabilité en s'appuyant sur les points suivants :

a. La somme des termes $\varphi(H_{2i})$ du deuxième au dixième harmonique est positive, mais inférieure en valeur absolue à $f(H_3)$ qui est négatif; or, si le résultat total est négatif, le piroïde est stable.

b. Les divers termes de $2i=2$ à $2i=10$ décroissent d'une façon qui semble régulière et rapide; il paraît impossible que les termes négligés aient une somme suffisante pour rendre la somme totale positive.

c. La série, limitée à ces premiers termes, est analogue comme allure à celle qui se présente dans le cas de l'ellipsoïde mixte de Maclaurin-Jacobi, et qui est très rapidement convergente.

Résumons à présent les résultats auxquels nous a conduit une étude approfondie des Mémoires de Darwin.

a. De la comparaison des nombres trouvés par Darwin avec ceux qu'a donnés M. Ladislav Bénès dans un travail connexe, et de la vérification directe de certains de ces nombres, il résulte que les calculs de Darwin, dans leur ensemble et au moins pour les harmoniques prépondérants, sont certainement exacts.

b. Par suite de changements de signes dans les éléments qui constituent les expressions $\varphi(H_{2i})$, le terme correspondant au douzième harmonique zonal est supérieur au terme précédent, auquel s'est arrêté Darwin; les termes ne décroissent donc pas régulièrement, et, bien que la somme totale soit encore positive, on ne peut plus affirmer que les termes négligés sont sans influence sur le résultat final. Le grand argument de Darwin en faveur de la stabilité est donc en réalité sans valeur.

c. Enfin, pour écrire l'expression analytique de la condition de stabilité

de l'ellipsoïde mixte de Maclaurin-Jacobi, Darwin s'est contenté de remplacer, dans la condition de stabilité du piroïde, l'harmonique zonal d'ordre 3 par l'harmonique zonal d'ordre 2, et les fonctions de Lamé par des fonctions de Legendre; mais, dans le cas du piroïde, un certain nombre d'intégrales où figurait le troisième harmonique étaient nulles comme portant sur une fonction impaire, tandis que les mêmes intégrales portant sur le deuxième harmonique, fonction paire, auront une valeur non nulle. La condition de stabilité de l'ellipsoïpe mixte ne saurait donc se déduire par simple transposition de celle du piroïde, et l'argument tiré par Darwin de la comparaison des résultats numériques dans ces deux cas devient, lui aussi, sans aucune valeur.

Ainsi les résultats que Darwin opposait à Liapounov sont en réalité inexacts ou douteux, et il semble bien que la méthode de Poincaré, bien développée, conduise au résultat de Liapounov, c'est-à-dire à l'instabilité de la figure piriforme.

ASTRONOMIE. — *Formation d'un astre isolé dans une nébuleuse homogène indéfinie.* Note de M. A. Véronnet, présentée par M. B. Baillaud.

On admet que toutes les molécules qui forment le Soleil, les planètes et les étoiles, étaient dispersées primitivement dans l'espace occupé par ces astres. On suppose que la densité y est homogène, que cet espace s'étend indéfiniment, que les molécules sont immobiles. Les éléments attirés également dans tous les sens restent en équilibre.

Ajoutons une masse quelconque m en un point. Elle forme centre d'attraction. Toutes les molécules se rapprochent de ce point suivant des sphères concentriques. Une particule, située d'abord à la distance r, arrive au bout du temps t à la distance x, ainsi que tous les éléments de la sphère de rayon r. L'attraction de toutes les molécules, extérieures à la sphère de rayon r ou intérieures à la sphère de rayons x, reste la même sur la molécule située en x. L'attraction des particules comprises entre les deux sphères, et devenues intérieures à la sphère de rayon x, s'ajoute à celle de m pour attirer la particule arrivée en x. Cette attraction est donc

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -f\frac{m}{x^2} - \frac{4}{3}\pi f\rho\frac{r^3 - x^3}{x^2},$$

ρ étant la densité du milieu.

On suppose que la masse m est très petite par rapport à la masse M, qui sera condensée au centre d'attraction, quand y arriveront les molécules qui étaient primitivement à la distance r. En négligeant les quantités très petites de l'ordre de $\frac{m}{M}$, on obtient pour le temps de chute

$$t\sqrt{4\pi f\rho} = \operatorname{Log} \frac{36}{(2+\sqrt{3})^{\sqrt{3}}} \frac{M}{m} = \operatorname{Log} \frac{48}{(2+\sqrt{3})^{\sqrt{3}}} \frac{\pi \rho r^3}{m}.$$

Les masses formées sont fonctions exponentielles du temps et de la racine carrée de la densité du milieu. Dans le même temps et le même milieu elles restent proportionnelles aux masses m des centres d'attraction primitifs. Au voisinage d'une masse en formation la densité ρ' du milieu devient inversement proportionnelle au carré de la distance

$$\frac{\rho'}{\rho} = \frac{1}{2}\left(\frac{D}{\rho}\right)^{\frac{2}{3}} \frac{x_1^2}{x^2},$$

D et x_1 étant la densité moyenne et le rayon de l'astre formé.

Supposons la densité du milieu égale à celle de la masse du système solaire occupant sa sphère d'action, d'où l'on peut estimer le rayon à 100000 fois la distance des étoiles les plus rapprochées. On a alors $\rho = 1,4 \times 10^{-22}$. Le temps de formation d'une masse égale à celle du Soleil aurait été de 41 millions d'années, de 227 millions, de 384 millions ou de 408 millions, suivant que l'on admet pour la masse attractive primitive une masse égale à celle de la Terre, égale à un gramme, à une molécule d'hydrogène ou à un électron.

Pour former une masse égale à la millième partie du Soleil, il aurait fallu 21 millions d'années dans le premier cas, 207 dans le second, etc. *Quelle que soit la masse attractive primitive, il a fallu dans tous les cas exactement* 20 *millions d'années pour former les* $\frac{999}{1000}$ *restants de la masse du Soleil, et* 7 *millions d'années pour former les derniers* $\frac{9}{10}$. La masse doublait tous les deux millions d'années.

La nébuleuse primitive aurait donc été très instable. Il aurait suffi de quelques molécules de plus, à la place où se trouve chacune des étoiles, pour concentrer entièrement la matière de tout l'espace, en quelques centaines de millions d'années, et pour former toutes nos étoiles à l'état de Soleils lumineux et chauds. *Un atome aurait suffi pour former un Soleil en moins de* 400 *millions d'années.* Il aurait formé une masse un million de fois plus grande en 40 millions d'années de plus. *Il est difficile de parler de centaines de millions d'années pour l'évolution des mondes.*

Dans des milieux de densités différentes les temps de formation sont inversement proportionnels à la racine carrée de la densité. Avec une densité quatre fois moindre, les temps de formation auraient été dédoublés. Une masse attractive égale à celle de la Terre, au lieu de former une masse égale à celle du Soleil en 40 millions d'années, n'aurait pu former qu'une masse 1000 fois moindre. Ce serait une région en formation, encore à l'état nébuleux. Dans un milieu d'une densité quatre fois plus grande, une étoile de même masse que le Soleil se serait formée en 20 millions d'années. Elle aurait rayonné et se serait refroidie depuis 21 millions d'années, avant que le Soleil se soit formé dans le premier milieu. Ce serait une région d'étoiles éteintes ou sur le déclin. Les écarts seraient encore beaucoup plus considérables avec des masses attractives de 1^g. Ils seraient de l'ordre de 200 millions d'années ou du millionième de la masse.

De faibles différences de densité du milieu ont donc pu introduire, sur des millions d'années, des différences de phase énormes dans l'évolution des différentes régions de l'Univers. Or si l'on étudie la structure de l'Univers, telle qu'elle est donnée par exemple dans l'atlas de W. Stratonoff, on voit que les étoiles de toutes grandeurs, et surtout les amas stellaires sont condensés dans le voisinage immédiat du plan de la Voie lactée. Les nébuleuses au contraire sont beaucoup plus rares dans cette région et plus nombreuses dans les deux hémisphères, de part et d'autre de la Voie lactée.

Il semble ainsi que notre Voie lactée, où se trouve notre Soleil, n'est pas un *système* stellaire séparé, mais simplement une *région* d'étoiles brillantes, à formation achevée, formant un plan plus ou moins régulier, région qui serait comprise entre deux régions de nébuleuses, ou de systèmes en formation, où la densité primitive était plus faible et l'évolution plus lente que dans le plan de la Voie lactée.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur le contrôle expérimental des vibrations pendulaires doublement amorties.* Note de M. **Jules Andrade**.

I. La transformation de l'espace par *similitude directe* avec *changement d'échelle* possède toujours un point double; cette remarque si simple *limitée au plan* a donné la clef des phénomènes de synchronisation; je vais montrer que la même remarque limitée à l'ensemble des points d'une droite permet de préciser complètement la technique de l'étude photographique des oscillations pendulaires troublées à la fois par un frottement constant et par une résistance visqueuse (proportionnelle à la vitesse).

Le mouvement est défini comme on sait par l'équation

$$(1)\qquad \frac{d^2u}{dt^2}+q\frac{du}{dt}+k^2u+\varepsilon F=0\quad\begin{cases}F>0;\\ \varepsilon=\pm 1,\ \text{avec le signe de}\ \dfrac{du}{dt}.\end{cases}$$

Le mouvement s'interprète comme la projection oblique convenable d'un mouvement spiral uniforme lorsque $q<2k$; les caractéristiques du mouvement spiral sont

$$(2)\qquad \begin{cases}\text{Vitesse angulaire du rayon vecteur décroissant}\equiv N=k\sin V;\\ \text{Angle caractéristique aigu de la spirale}\equiv V=\text{arc}\cos\dfrac{q}{2k}.\end{cases}$$

Le pôle de la spirale s'obtient en décalant sur l'axe de projection le point représentatif du point mort $u=0$ de la force pendulaire, ce déplacement égal à $f=\frac{F}{k^2}$ est compté en sens inverse du sens permanent de la vitesse $\frac{du}{dt}$ durant l'oscillation en cours. Soient u_j et u_{j+1} les valeurs arithmétiques ou absolues de la semi-amplitude initiale et de la semi-amplitude finale de la $(j+1)^{\text{ième}}$ oscillation. On a la relation de récurrence

$$(3)\qquad (u_{j+1}+f)=(u_j-f)\lambda;\qquad \lambda=e^{-\pi\frac{\cos V}{\sin V}};$$

introduisons *l'élément double* de cette similitude à échelle moindre que 1, cet élément double est $-\varphi=-f\frac{1+\lambda}{1-\lambda}$, et il nous permet d'écrire

$$(3\,bis)\qquad (u_{j+1}+\varphi)=(u_j+\varphi_n)\lambda,$$

d'où l'on déduit

$$(4)\qquad (u_n+\varphi)=(u_0+\varphi)\theta^n,$$

u_n étant la semi-amplitude initiale de la $(n+1)^{\text{ième}}$ oscillation.

Le mouvement s'arrêtant lorsque cette formule conduit $\overline{u}_n<f$ algébriquement, le nombre des oscillations sera *la valeur à une unité près par excès* du rapport

$$\frac{\log\dfrac{u_0+\varphi}{f+\varphi}}{\log\dfrac{1}{\lambda}}=\frac{\operatorname{Log}\dfrac{u_0+\varphi}{f+\varphi}}{\pi\dfrac{\cos V}{\sin V}}=\frac{2k}{\pi q}\sqrt{\frac{1-q^2}{4k^2}}\operatorname{Log}\frac{u_0+\varphi}{f+\varphi}.$$

II. *Détermination de φ, de λ et de la position du point mort par la photographie des oscillations successives.* — Le contrôle expérimental d'un

mouvement oscillatoire doublement amorti porte sur *l'observation mesurée* de p oscillations se succédant de k en k; L'ENTIER k DOIT ÊTRE CHOISI IMPAIR.

On a en effet

$$\frac{u_k+\varphi}{u_0+\varphi}=\frac{u_{2k}+\varphi}{u_k+\varphi}=\ldots=\frac{u_{pk}+\varphi}{u_{(p-1)k}+\varphi}=\lambda^k=\frac{u_{jk}-u_{ik}}{u_{(j-1)k}-u_{(i-1)k}}=m.$$

Il s'agit de déduire de là tout d'abord m ou λ^k, puis φ :

1° Associons des entiers j et i de même parité, pour éliminer l'incertitude de la véritable position du point mort; $u_{jk}-u_{ik}$ se mesure alors par la distance des bords correspondants des deux images photographiques des bornes extrêmes correspondantes, *car ces bornes sont du même côté du point mort;* de même se mesure $u_{(j-1)k}-u_{(i-1)k}$; d'où la connaissance de m, d'où λ.

2° Pour déterminer φ, associons j et i' *de parités contraires* et nous avons

$$m=\frac{u_{jk}+u_{i'k}+2\varphi}{u_{(j'-1)k}+u_{(i'-1)k}+2\varphi};$$

chacune des sommes $u_{jk}+u_{i'k}$ et $u_{(j-1)k}+u_{(i'-1)k}$ est mesurable sur les images des bornes de l'oscillation, sauf à déduire l'épaisseur de l'image de la fente lumineuse ou le diamètre photographique de l'image du trou lumineux employé.

L'équation précédente détermine alors φ avec précision si k est assez grand.

3° k étant impair, nous pouvons encore utiliser une égalité déduite des précédentes, savoir toutes les égalités de la forme

$$\frac{u_{pk}+u_{(p-1)k}+2\varphi}{u_{(p-1)k}+\varphi}=m+1=\frac{u_k+u_0+2\varphi}{u_0+\varphi},$$

les numérateurs sont observables, et l'égalité donne $u_{(p-1)k}$.

On peut ainsi *calculer* u_0, d'ou l'on peut déduire la position réelle du point mort, pourvu que la position initiale de démarrage du solide oscillant ait été notée avec précision.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'émission aux températures hautes de particules positives lumineuses par les métaux alcalins.* Note de M. **G.-A. Hemsalech**, transmise par M. A. de Gramont.

J'ai signalé la formation, sous l'influence d'un champ magnétique, d'hélices et de spirales lumineuses dues aux trajectoires de particules élec-

trisées, qui parcourent l'espace libre au-dessous d'une lame de graphite recouverte de carborundum et portée à une haute température à l'aide d'un courant électrique ([1]). En continuant ces recherches j'ai reconnu que ces particules proviennent d'impuretés contenues surtout dans le carborundum et qu'en l'absence du champ magnétique extérieur, elles constituent en grande partie la vapeur bleuâtre. Donc, pour pouvoir former cette dernière, les particules ont dû passer de la surface supérieure de la lame, dans l'espace protégé. Le procédé par lequel ce déplacement des particules s'accomplit semble être révélé par l'expérience suivante. Une faible quantité de carborundum contenant les impuretés en question fut posée sur la lame de graphite près d'une de ses extrémités. La lame fut ensuite chauffée et, aussitôt que la température devint suffisante pour vaporiser les impuretés, on aperçut sous la lame et passant d'un bout à l'autre une série de stries verticales de couleur bleuâtre. La formation de ces stries peut s'expliquer comme il suit. Les impuretés (probablement des composés chimiques) se trouvant en contact direct avec la surface supérieure de la lame sont décomposées par le courant thermélectronique, en ions positifs et négatifs, qui tendent à se propager dans la direction du champ électrique intense, de 3 à 7 $\frac{\text{volts}}{\text{cm}}$. Au cours de ce déplacement, les ions traversent les lignes de force du champ magnétique établi autour de la lame par le courant de chauffage et sont déviés dans le sens de ce champ. Par conséquent, leur trajectoire est une hélice dont l'axe coïncide avec la lame, et aux endroits où ses spires s'approchent du bord de l'espace protégé, les ions viennent en contact avec l'air et donnent lieu à une strie de vapeur bleuâtre. Evidemment il y aura autant de stries qu'il y a de spires dans l'hélice. Quand la lame entière est recouverte de matières, le nombre des stries devient très grand et elles semblent former alors une nappe homogène de vapeur bleuâtre. Ces observations m'ont conduit à l'établissement d'une méthode très simple pour étudier soit le spectre (par excitation thermo-chimique et thermo-électrique), soit d'autres propriétés des vapeurs d'un corps quelconque. Il suffit, en effet, de poser le corps à examiner sur la lame d'où ses vapeurs passeront automatiquement dans l'espace protégé au-dessous. En pratique, il est bon de n'employer que de petits morceaux ou des poudres du corps, et de recouvrir le tout d'une couche de carborundum dur. A l'aide de cette méthode il m'a été facile d'identifier les corps qui émettent des particules électrisées

([1]) *Comptes rendus*, t. 169, 1919, p. 915.

qui, comme je le démontrerai ultérieurement, sont constituées surtout d'ions positifs. J'ai ainsi établi, d'abord le fait que ce sont des corps contenant de la potasse, de la soude ou du lithium, tels que le lépidolite, la carnotite, la porcelaine, l'ardoise, les cendres de tabac, etc. qui produisent le phénomène en question. Cette constatation fut ensuite entièrement confirmée en expérimentant avec des composés des métaux alcalins, tels que des chlorures, carbonates, oxydes, etc. Il résulte de ces recherches que tous les éléments de cette famille émettent des particules positives et que, *pour une valeur de température donnée, l'extension et le développement des trajectoires lumineuses varient en raison directe des poids atomiques*. Ainsi à la température de 2700° C. les trajectoires des particules positives émises par le lithium sont à peine perceptibles, tandis que celles données par le cæsium accusent un développement fort considérable. J'ai ensuite déterminé, pour chacun des métaux alcalins, la température critique à laquelle l'émission de particules positives devient appréciable, comme l'indique la déviation de la vapeur bleuâtre par un champ magnétique de 590 unités C. G. S. Voici les résultats de ces mesures :

Éléments.	Poids atomiques.	Températures critiques.
Lithium	7	2700° C.
Sodium............	23	2550
Potassium	39	2300
Rubidium	85	2200
Cæsium.............	133	1900

Donc la température critique varie en raison inverse du poids atomique.

Pour expliquer l'origine des particules positives expulsées par les métaux alcalins, on peut envisager les deux hypothèses suivantes :

1° Les systèmes moléculaires ou atomiques de ces éléments se désagrègent à la température critique en entraînant la libération du noyau positif (peut-être un atome ayant un ou plusieurs électrons), lequel se déplace lentement sous l'influence du champ électrique, et dont la trajectoire est sensiblement déviée par un champ magnétique, même faible. On doit s'attendre à observer également des particules négatives, se déplaçant avec une vitesse plus grande, et qui seraient moins sensibles au champ magnétique extérieur. Les nombreux clichés photographiques que j'ai pu obtenir de ces trajectoires donnent, en effet, des indications affirmatives dans ce sens, avec l'emploi de champs magnétiques intenses. D'après cette manière de voir, l'émission des particules positives serait comparable au phénomène

des rayons d'électricité positive observé avec certains gaz à basse pression.

2° L'association avec ces éléments, d'un autre corps, peut-être d'un gaz, lequel commence à se dégager vers la température critique. Le phénomène en question serait alors analogue à celui présenté par certains corps radioactifs, qui renferment de l'hélium et l'expulsent sous forme de particules positives (rayons α) déjà aux températures ordinaires.

Le spectre émis par les particules positives apparaît continu avec la faible dispersion de mon spectrographe. Le maximum d'intensité est situé dans le bleu. Il est intéressant de rappeler le fait, que déjà Lecoq de Boisbaudran et Hartley ont constaté, que les métaux alcalins émettent de semblables spectres continus dans les flammes, et que d'autres observateurs les ont également vus dans l'arc. Hartley a pu résoudre quelques-uns de ces spectres en lignes fines et en bandes étroites. Ainsi, comme semble l'indiquer l'analyse spectrale, sous l'action de la chaleur, dans les flammes et dans l'arc, ces éléments dégagent des centres d'émission de même nature que ceux qui ont été mis en évidence au cours des présentes recherches.

Observation sur la précédente Communication de M. G. Hemsalech,
par M. **A. de Gramont**.

Je tiens à faire observer que les températures critiques d'émission des particules positives des métaux alcalins ont été mesurées par M. Hemsalech à l'aide d'un pyromètre optique, monochromatique (radiation rouge), du système Wanner, modification du spectrophotomètre de Kœnig et Martens. L'instrument a été étalonné et corrigé avec soin. Les corrections ont été faites jusqu'à 2500° C., limite au delà de laquelle on extrapolait. L'erreur de l'instrument vers 2700° est d'environ ± 50° C. Les observations, faites rapidement à cause du peu de durée des lames minces de graphite, étaient répétées un grand nombre de fois, et l'on prenait la moyenne. C'est pourquoi les températures critiques ont été données en chiffres ronds, approximation suffisante pour mettre en évidence le fait que la température critique décroît avec l'élévation du poids atomique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Hydrogénation catalytique du lactose.*
Note de M. **J.-B. Senderens**, présentée par M. G. Lemoine.

Les premiers essais d'hydrogénation du lactose $C^{12}H^{22}O^{11} + H^2O$ ont été faits en 1871 par Bouchardat qui, en traitant le lactose par l'amalgame

de sodium, aurait obtenu la dulcite accompagnée d'une certaine quantité d'alcool ordinaire et d'alcools isopropylique et hexylique (*Bull. Soc. chim.*, t. 16, p. 40). Plus récemment, Ipatiew a hydrogéné catalytiquement, en présence de nickel et d'oxyde de nickel, une solution hydro-alcoolique de lactose, en la chauffant à 130°, sous une pression de 74^{atm}, dans un appareil muni d'un agitateur. Il obtenait ainsi des cristaux de dulcite et des eaux mères qui, après évaporation, se prenaient en un sirop épais et incristallisable (*Journ. Soc. phys.-chim. r.*, juillet 1912, p. 1003).

J'ai répété les expériences d'Ipatiew, en opérant à des températures et à des pressions peu différentes des siennes sur des solutions aqueuses de 2^{kg} de lactose. Voici quelques-uns des résultats obtenus :

Expériences...	A.	B.	C.	D.	E.	F.
Hydrogène absorbé.	15,65 g	14,88 g	13,77 g	12,60 g	11,92 g	11,15 g
Dulcite obtenue....	375	315	225	112	55	2

Comme il fallait s'y attendre, les quantités d'hydrogène absorbé et de dulcite obtenue ont beaucoup varié selon l'activité du catalyseur; mais j'ai constaté que dans toutes ces expériences, dans la dernière, F, qui a fourni à peine 2^g de dulcite, comme dans la première, A, qui en a donné le maximum, 375^g, les solutions de lactose étaient suffisamment hydrogénées pour ne plus réduire la liqueur de Fehling, ce qui indiquait que dans tous ces cas la fonction aldéhydique, CHO, du lactose avait disparu pour se transformer en fonction alcoolique, CH^2OH, par l'addition de H^2.

Si l'on calcule la quantité d'hydrogène qu'exige cette transformation pour les 2^{kg} de lactose employé, on trouve $11^g,11$, nombre aussi rapproché que possible des $11^g,15$ de la dernière expérience F qui a donné 2^g seulement de dulcite. Il y a eu donc, dans ce cas, fixation d'une seule molécule d'hydrogène sur la molécule du lactose anhydre

$$C^{12}H^{22}O^{11} + H^2 = C^{12}H^{24}O^{11}$$

et avec la formule généralement admise qui représente le lactose comme deux restes de glucose et de galactose unis par une fonction acétal :

$$\underbrace{CHO-(CHOH)^4-CH^2}_{\text{Reste de glucose.}}-O-\underbrace{CH-(CHOH)^2-CH}_{\text{Acétal (—O—)}}-\underbrace{CHOH-CH^2OH}_{\text{Reste de galactose.}}+H^2$$

$$= CH^2OH-(CHOH)^4-CH^2-O-\underbrace{CH-(CHOH)^2-CH}_{O}-CHOH-CH^2OH$$

Telle est la réaction principale qui se retrouve dans toutes les expériences,

mais qui se produit exclusivement avec un nickel peu actif, c'est-à-dire avec un nickel ayant servi plusieurs fois ou provenant d'une réduction faite vers 500°.

Elle peut se compliquer d'une réaction secondaire dont l'importance augmente avec l'activité du catalyseur. Dans ce dernier cas, l'hydrogénation, au lieu de se limiter à la fonction aldéhydique, atteint la fonction acétal, déterminant l'hydrolyse partielle du lactose, lequel se dédouble ainsi : 1° en galactose dont la réduction fournit la dulcite qui cristallise par refroidissement; 2° en glucose que la réduction transforme en sorbite très soluble qui reste dans la liqueur. Théoriquement, les 2^{kg} de lactose employé auraient dû fournir 1^{kg} de dulcite, et l'on voit par le Tableau ci-dessus que le rendement maximum en dulcite a été de 375^{g}.

Les liqueurs séparées de la dulcite ont été évaporées au bain-marie jusqu'à consistance sirupeuse et abandonnées ensuite à la température du laboratoire. Au bout de quelques jours leur surface s'est recouverte de cristaux qui ont progressivement envahi la masse.

Ce sont des octaèdres rhombiques, volumineux, très durs, à saveur sucrée, de densité 1,43, solubles dans le tiers de leur poids d'eau froide, très peu solubles dans l'alcool qui les précipite des solutions aqueuses. Le pouvoir rotatoire de ces dernières solutions $[\alpha]_D = +12°,2$.

Ces cristaux fondent à 78°. Leur déshydratation commence à 100°, mais elle est très lente. Maintenus à 130° jusqu'à constance des pesées, leur perte en eau s'est trouvée sensiblement égale à 5 pour 100 de leur poids.

La matière ainsi desséchée a fourni à l'analyse, pour 100 : $C = 41,83$; $H^2 = 6,99$; $O^2 = 51,18$ (par différence).

J'ai trouvé par ailleurs 340 pour le poids moléculaire déterminé par la méthode cryoscopique avec l'eau comme dissolvant.

Il résulte de ces données que la matière anhydre correspond à la formule $C^{12}H^{24}O^{11}$ et que les cristaux ont comme formule $C^{12}H^{24}O^{11} + H^2O$. La formule théorique donne en effet

$$C = 41,86; \qquad H^2 = 6,98.$$

J'ai donné le nom de *lactosite* à ce nouveau sucre qui s'obtient pratiquement dans les conditions décrites plus haut. Il a son correspondant dans le *mélibiotite* obtenu, mais seulement à l'état de sirop, par Scheibler et Mittelmeier, en hydrogénant le mélibiose par l'amalgame de sodium (¹).

(¹) *D. chem. G.*, t. 22, p. 3118.

Le lactosite ne réduit pas la liqueur de Fehling; il devient réducteur par inversion au moyen de l'acide sulfurique étendu qui le dédouble en sorbite et galactose, lequel par H^2 a fourni expérimentalement la dulcite.

$$CH^2OH - (CHOH)^4 - CH^2 - O \mid \underbrace{CH - (CHOH)^2 - C}_{O} \overset{}{\underset{H}{}} - CHOH - CH^2OH + H^2O$$

Lactosite anhydre.

$$= \underbrace{CH^2OH - (CHOH)^4 - CH^2OH}_{\text{Sorbite.}} + \underbrace{CHO - (CHOH)^4 - CH^2OH}_{\text{Galactose.}}$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un procédé industriel de fabrication synthétique de l'alcool ou de l'éther à partir des gaz de distillation de la houille.* Note [1] de M. E. DE LOISY, présentée par M. H. Le Chatelier.

La mémorable synthèse de l'alcool qu'institua Marcellin Berthelot par l'action du gaz éthylène sur l'acide sulfurique et la décomposition par l'eau de l'acide sulfovinique formé, a marqué une grande date dans l'histoire de la synthèse organique, mais, après 60 ans passés, elle n'a encore donné lieu à aucune application industrielle.

Cependant l'éthylène, quoique à une teneur inférieure à 2 pour 100 dans les gaz de distillation de la houille, se trouve, de par l'abondance de ceux-ci, en très grande quantité à la disposition de l'industrie: une tonne de houille donne en effet à peu près 300^{m^3} de gaz, soit plus de 4^{m^3} d'éthylène qui correspondent théoriquement à 10^l d'alcool absolu, c'est-à-dire à ce que donnerait un hectolitre de vin.

Sans mettre en ligne de compte la houille destinée au gaz d'éclairage, on voit que les 7 millions de tonnes transformées en coke, pour les seuls besoins de la métallurgie française d'avant-guerre, auraient pu donner, en supposant le rendement théorique, 760000^{hl} d'alcool. Or la productivité métallurgique de notre pays a doublé depuis la victoire; c'est donc 1400000^{hl} que l'on pourrait retirer de la houille qu'il faudra à nos hauts-fourneaux reconstitués, soit environ 60 pour 100 de l'alcool que produit notre agriculture avec les betteraves, les mélasses, les farineux et les vins. Ces chiffres, qu'il conviendrait bien entendu de frapper d'une réduction due à l'écart entre les rendements théorique et industriel, montrent du moins tout l'intérêt qui s'attache à la solution de ce problème.

J'ai appris lors d'un voyage industriel en Angleterre, en décembre 1918, que ce problème avait tenté une usine métallurgique qui, depuis nombre d'années, se tient dans ce pays à la tête des progrès techniques.

Pour capter l'éthylène contenu dans ses gaz de fours à coke elle avait recours à un procédé physique, fondé sur l'absorption sélective des gaz par le charbon de bois; ce corps porté à haute température dégage à nouveau les gaz qu'il a fixés.

Mais je fus frappé d'une difficulté considérable qu'entraîne ce procédé: il oblige en effet, non seulement à déshydrater le gaz, mais à le priver de l'hydrogène sulfuré

(1) Séance du 15 décembre 1919.

et de l'anhydride carbonique qu'il renferme, tous deux plus absorbables par le charbon de bois que l'éthylène, d'où nécessité d'un lavage à la chaux, réactif définitivement perdu et grevant lourdement le prix de revient.

Il m'a donc semblé qu'une méthode purement chimique, débarrassée de cette sujétion, devrait aboutir à une réalisation industrielle économique et je résolus d'entreprendre des recherches dans ce sens.

La fixation de l'éthylène par l'acide sulfurique, telle que Berthelot la pratiquait, ne se réalise qu'avec une extrême lenteur ; dans une opération décrite par ce savant et qui demanda 4 jours, il a fallu 53000 secousses pour combiner 30^{l} d'éthylène à 900^{g} d'acide.

Par contre, l'acide fumant absorbe rapidement l'éthylène, mais en formant l'acide iséthionique, lequel, d'après le même savant, ne régénère pas l'alcool.

Or la tension de vapeur infime qui caractérise l'acide sulfurique ordinaire et permet d'y faire barboter une masse considérable de gaz sans l'entraîner ; la fixité pareille du produit qu'il forme avec l'éthylène, tout engageait à l'utiliser industriellement pour capter les minimes quantités que le gaz contient. Il s'agissait donc de trouver le moyen d'activer la réaction de Berthelot et l'idée la plus naturelle était de recourir pour cela à une action catalytique. L'emploi de catalyseurs, en milieu sulfurique, pour accélérer la fixation de l'éthylène avait déjà été utilisé par MM. P. Lebeau et A. Damiens ([1]) dans leur belle méthode d'analyse des mélanges d'hydrocarbures gazeux. Ils se servaient à cet effet d'acides vanadique, uranique, tungstique, molybdique, en présence du mercure. Ces savants ont d'ailleurs indiqué que l'intervention de ces catalyseurs en milieu sulfurique pouvait présenter un intérêt plus général, mais ils n'eurent pas le loisir d'élucider sous quelle forme l'éthylène était ainsi fixé : acide sulfovinique régénérable en alcool, acide iséthionique non tranformable, produits d'oxydation, etc. L'étude de cette action catalytique était donc à poursuivre. Elle a été faite par le second de ces savants. Il publiera lui-même les faits nouveaux qu'il a découverts à cette occasion. La présente Note n'a à retenir que ceux d'un caractère applicable industriellement ; les voici : tout d'abord c'est bien l'acide sulfovinique qui se forme généralement. Certains catalyseurs, cependant, ont une seconde action donnant aussi des composés utilisables. Enfin, circonstance heureuse, des catalyseurs assez peu coûteux pour que la régénération en soit superflue accélèrent assez l'absorption pour la rendre comparable à celle de l'anhydride carbonique par la potasse.

([1]) *Comptes rendus*, t. 156, 1913, p. 557.

Il devenait donc possible d'aborder pratiquement la captation de l'éthylène ; mais si l'on considère que, dans la réaction théorique, on met déjà en jeu deux fois plus d'acide qu'on n'obtient d'alcool, on conçoit que pour arriver à un procédé qui payât, il fallait avant tout régénérer cet acide sans dépense sensible.

A ce point de vue, il est particulièrement avantageux d'employer à l'absorption de l'ammoniac du gaz de houille l'acide qui, après dilution, à distillé son alcool. On trouve ainsi gratuitement pour ce dernier l'acide habituellement dépensé pour le sulfate d'ammoniaque. Mais il y a plus : avant de sortir du cycle sous cette dernière forme, l'acide peut encore accomplir œuvre utile : d'abord en captant pour les transformer, les traces de propylène, butylène et carbures acétyléniques contenues dans le gaz, et qu'il retient, même à 63° B., comme l'a montré Berthelot. Ensuite en arrêtant la vapeur d'eau du gaz ; car il faut absolument préserver l'acide concentré qui doit absorber l'éthylène et qui perdrait par dilution toute activité. Mais ce dernier, précisément, devra être étendu pour la formation de l'alcool : on voit donc qu'en faisant avancer méthodiquement à la rencontre du gaz un même acide additionné de 1 pour 100 de catalyseur, il absorbera successivement l'éthylène, les carbures adventices, l'eau du gaz (dont l'élimination est indispensable aux réactions précédentes), puis après avoir rendu ses alcools [1] il sera transformé en sulfate d'ammoniaque.

Il restait cependant, pour réduire à zéro la dépense de ce réactif en vue de l'alcool, deux importantes difficultés à résoudre.

Tout d'abord la fixation de l'éthylène exige de l'acide à 66° B., tandis que la fabrication du sulfate se contente d'acide à 50° au plus. L'industriel qui voudrait obtenir de l'alcool avec l'acide nécessaire à son sulfate devrait donc payer la différence de prix importante qui correspond à la plus haute concentration. D'autre part les teneurs habituelles en éthylène et en ammoniac montrent qu'il faut pour le premier au moins deux fois plus d'acide que pour le second. On serait donc contraint ou de ne produire que la moitié de l'alcool possible, ou de trouver un emploi à un excédent d'acide, tâche aisée, à la vérité, mais qui gênerait les habitudes des fabricants de coke.

Or ces deux difficultés se résolvent aisément si l'on remarque que le gaz déshydraté par le réactif sulfurique devient un agent de concentration exellent pour l'acide dilué. Comme, aussi bien, les chaleurs perdues des

---

(1) Suivant le degré de dilution, la distillation donnera à volonté de l'alcool ou de l'éther. Le procédé permet donc l'obtention de ces deux produits industriels.

fumées, après les récupérateurs des fours, peuvent gratuitement échauffer l'acide à concentrer, on voit qu'on établit en définitive un cycle où n'entre, à part une infime quantité de catalyseur, que l'acide à basse concentration nécessaire à l'habituelle fabrication du sulfate d'ammoniaque. Ainsi pour produire de l'alcool avec le gaz qui donne déjà son ammoniac et ses benzols, il n'y a pas à proprement parler consommation de réactifs, mais simplement dépense insignifiante due au remplacement des pertes. A part cela, l'alcool (ou l'éther) est obtenu sans autres frais que l'entretien d'organes courants : colonnes classiques de barbotage, concentrateurs, appareils à distiller et engins de circulation des liquides.

En fait, avec des appareils de laboratoire de la plus grande simplicité, cette méthode, depuis plusieurs mois, produit de petites quantités d'alcool éthylique pur avec le gaz de la Ville de Paris.

GÉOLOGIE. — *Le Terrain carbonifère de la chaîne du Caucase.* Résumé d'une Note [1] de M. **N.-J. Lebedeff.**

Notre connaissance géologique de la haute chaîne du Caucase a fait de grands progrès au cours des quinze dernières années. Une des découvertes les plus intéressantes fut celle du Trias supérieur, signalé en 1907 par Tschernyschew. Ces couches mésozoïques reposent sur un substratum d'âge indéterminé, réputé paléozoïque, et rattaché tantôt au Terrain Dévonien, tantôt au Terrain Carbonifère, suivant les hasards d'observations malheureusement insuffisantes.

La découverte récente de riches gisements fossilifères m'a permis d'élucider la question, grâce aux documents fournis par MM. Baklanoff et Robinson. Ces gisements sont alignés sur une longueur de 110 verstes, suivant le versant nord de la chaîne principale du Caucase, de la vallée de la rivière Laba à celle de la Rewenuk, de la Bogaslowskaja à celle de la Daut. Ils sont formés de couches alternantes de calcaires gris, de psammites, de schistes plus ou moins cristallins, de grès et de conglomérats, comprenant des veines de charbon.

Les veines de charbon rencontrées sont au nombre de 8-11, avec des puissances variables de 0,15 à 2,25. Deux analyses de ce charbon ont donné :

---

(1) Séance du 29 décembre 1919.

	Bogaslowskaja.	Nord-Antracitowaja.
C	80,43	72,97
H	3,67	5,86
S	0,95	0,87
N + O	1,76	5,98
Cendres	13,19	14,39

Les calcaires gris de Kamennaja m'ont permis de reconnaître les espèces fossiles suivantes : *Productus aff. boliviensis* d'Orb., *P. semireticulatus* Mart., var. voisine de *aratus* Waagen, *P. lineatus* Waag., *P. semireticulatus* Mart. (typique). Les schistes et calcaires de Antracitowaja et Nikitina m'ont montré *Productus longispinus* Sow., *P. aff. aculeatus* Mart., *P. mytiloïdes* Waagen, *Enteletes Lamarckii* Lev., *Orthis Michelini* Lev., *Orthotetes crenistria* Phill., *Rhynchonella cf. variabilis* Tschern., *Spirifer Wynnei* Waag., *S. octoplicata* Kon., *Reticularia lineata* Mart., *Martinia glabra* Mart., *Lyttonia cf. nobilis* Waagen.

Des schistes charbonneux et des grès ont fourni des plantes fossiles des genres *Pecopteris*, *Neuropteris*, *Lepidodendron*, *Sigillaria*, *Stigmaria*, *Calamites*, *Sphenophyllium*, etc.

Il est remarquable de rencontrer parmi ces fossiles, et parmi les plus répandus d'entre eux, des formes comme *Lyttonia cf. nobilis*, *Productus mytiloïdes*, *spirifer Wynnei*, considérées jusqu'ici comme propres au Terrain Carbonifère des Indes et de la Chine : elles témoignent de communications à cette époque entre les bassins du Caucase et les mers du *Productus limestone* des Indes et de la Chine. Ces faunes du Caucase présentent avec celles du Donetz, de l'Oural, de Moscou des rapports et des différences, dans la présence de formes communes, dans l'absence de formes telles que *Spirifer mosquensis* Fischer, *S. supramosquensis* Fisch., *S. fasciger* Keys.

L'âge de ces couches carbonifères du Caucase peut être fixé approximativement. On ne saurait en effet les attribuer à la partie inférieure de ce Terrain, puisqu'elles n'ont fourni aucune forme propre au Carbonifère inférieur ; inversement, l'abondance des formes du Carbonifère moyen et supérieur permet de les rapporter aux formations de cet âge et notamment à leurs étages supérieurs.

GÉOLOGIE. — *Sur la flore fossile des bassins houillers de Quimper et de Kergogne.* Note de M. **Ch. Picquenard**, présentée par M. Pierre Termier.

Le bassin houiller de Quimper occupe le fond du synclinal, aujourd'hui gorge étroite, où se trouve aussi le bassin houiller de la baie des Trépassés. L'orientation EW du grand axe de ces deux bassins coïncide avec celle du synclinal qui les renferme.

Le grand axe du bassin de Kergogne, situé à 3^{km}-4^{km} au nord du bassin de Quimper, est orienté différemment. Il forme avec l'axe du synclinal de Quimper un angle aigu ouvert à l'Ouest et cette désaxation vers le Nord contraste avec la direction des strates de schistes micacés $X\gamma^1$, orientés EW, qui viennent buter contre ses bords à l'Est et à l'Ouest.

Aucun de ces bassins n'est actuellement l'objet d'une exploitation.

En réunissant les documents fournis par les collections du Muséum d'Histoire naturelle de Paris, du Muséum de Nantes, du Laboratoire de géologie de la Faculté des sciences de Rennes et par mes collections personnelles, celles-ci comprenant de nombreux échantillons presque tous réunis par moi, j'ai pu établir l'inventaire des plantes fossiles actuellement connues des bassins de Quimper et de Kergogne.

1° Plantes fossiles du bassin de Quimper:

Calamites Suckowii Brongn.
C. Cisti Brongn.
Asterophyllites tenuifolius Sternb.
Sphenophyllum cf. *myriophyllum* Crépin.
Pecopteris arborescens Schlot.
P. Cyathea Brongn.
P. hemitelioides Brongn.
P. polymorpha Brongn.
P. unita Brongn.
P. dentata Brongn., var *delicatula* Brongn.
Alethopteris Serli Brongn.
Sphenopteris obtusiloba Brongn.
Nevropteris sp.
Cordaites borassifolius Unger.

Dicranophyllum cf. *striatum* Gr.
Doleropteris cf. *gigantea* Goepp.

Le fond de cette liste se compose d'espèces stéphaniennes (*P. Cyathea*, *P. arborescens*, *P. hemitelioides*, *P. polymorpha*, *P. unita*) et de quelques autres à large extension westphalienne-stéphanienne (*C. Suckowii*, *C. Cisti*, *P. dentata*, *C. borassifolius*); mais on y remarque trois espèces appartenant surtout au sommet du Westphalien et à la base du Stéphanien : *Asterophyllites tenuifolius*, *Alethopteris Serli*, *Sphenopteris obtusiloba*. (Je laisse de côté le *Sphenophyllum myriophyllum* du Muséum de Nantes qu'il serait utile de revoir.)

Il résulte de l'examen de la florule ci-dessus que le faisceau des couches actuellement connues dans le bassin de Quimper doit être classé à la base de la formation stéphanienne.

2° Plantes fossiles du bassin de Kergogne :

Calamites Cisti Brongn.
Asterophyllites tenuifolius Stern.
Annularia cf. *stellata* Schlot.
Pecopteris arborescens Schlot.
P. Cyathea Brongn.
P. Candollei Brongn.
P. Daubrei Zeil.
P. lepidorachis Brongn.
P. densifolia Goepp.
P. polymorpha Brongn.
P. dentata Brongn.
P. Biotii Brongn.
P. cf. *Pluckeneti* Schlot.
Callipteridium Pteridium Schlot.
Alethopteris Grandini Brongn.
A. Costei Zeil.
Odontopteris cf. *genuina* Gr.
Sphenopteris Matheti Zeil.
Dictyopteris Schützei Rœmer.
Lepidodendron sp.
Cordaites principalis Germar.
C. cf. *lingulatus* Gr.

Poacordaites linearis Gr.
Dicranophyllum? sp.

D'après l'énumération ci-dessus, la flore fossile du bassin de Kergogne ressemble beaucoup à celle de l'étage des Calamodendrées tel qu'il existe à Blanzy et à Commentry. Kergogne possède en commun avec Blanzy : *S. Matheti*, *P. Cyathea*, *P. Candollei*, *P. Daubrei*, *P. densifolia*, *P. polymorpha*, *P. Biotii*, *C. Pteridium*, *A. Grandini*, *A. Costei*, *O. genuina* *C. Cisti*, *A. stellata*, *C. lingulatus*. Cependant, jusqu'à présent, malgré des recherches persévérantes, je n'ai pu parvenir à rencontrer à Kergogne deux espèces caractéristiques de Blanzy : *Callipteridium gigas* Schlot. et *Walchia piniformis* Schlot.

Un fait digne de remarque, c'est la lacune qui existe au point de vue paléobotanique entre le faisceau des couches connues du bassin de Quimper et le faisceau des couches du bassin de Kergogne. Pour expliquer cette lacune, on peut admettre : ou que les sédiments médiostéphaniens du bassin de Quimper ont été enlevés par érosion ou qu'ils existent, mais dissimulés, par exemple, sous la lèvre sud du synclina qui, à la suite du plissement carboniférien du massif armoricain, paraît s'être renversée sur les dépôts sédimentaires préexistants.

GÉOLOGIE. — *Quelques considérations sur les surfaces d'égale densité à l'intérieur du globe terrestre.* Note de M. **Ch. Gorceix**, présentée par M. Pierre Termier.

Si, à l'époque où le globe terrestre commençait à se solidifier, il est plausible d'admettre que les matériaux qui le composaient étaient classés par ordre de densité en couches séparées par des surfaces de niveau, il n'en est plus de même aujourd'hui. Les phénomènes divers qui ont créé son relief ont profondément modifié la répartition primitive; les *surfaces d'égale densité* ne sont plus de niveau, elles peuvent être discontinues et, en certains points, l'ordre des densités n'est plus observé. On conçoit donc que les calculs des géodésiens relatifs aux anomalies de la pesanteur, tout en faisant ressortir ces faits, n'arrivent pas à justifier complètement les écarts dus à la répartition inconnue des masses dans l'écorce terrestre; ils donnent cependant des indications précieuses.

Je crois que la compréhension de ces phénomènes et la recherche des conclusions à en tirer seraient facilitées si, au lieu de parler de soubassements

ou de racines impliquant l'idée de solidité relative vis-à-vis de la pyrosphère, on s'en tenait à l'étude d'une couche d'égale densité convenablement choisie. Cette surface ne préjugerait pas de l'état physique des matériaux qu'elle sépare, bien que, dans la réalité, elle puisse avoir, en gros, une relation avec lui; les matériaux légers de l'écorce, sédimentaires pour la plupart, étant moins fusibles que ceux qui forment la pyrosphère, très probablement.

La partie du géoïde qui nous intéresse est celle qui se trouve au-dessus du niveau d'isostasie d'Hayford, lequel doit coïncider avec le *point critique de viscosité* de Weinschenk, que j'ai défini sans savoir qu'il avait déjà un nom [1]. Ce point est celui où la matière, sous l'influence de la chaleur et de la pression croissantes, présente de nouveau, après un maximum, un écartement des molécules égal à celui qu'elle présente au passage des phases solide et liquide et où, par conséquent, elle reprend une rigidité analogue à celle de la phase solide. Le point critique varie d'un corps à l'autre.

Si nous divisons cet espace par la surface correspondant à sa densité moyenne, nous aurons deux volumes : l'un correspondant aux couches les plus légères, en majeure partie solides, l'autre aux couches lourdes plus ou moins visqueuses. Nous pourrons alors étudier les variations de cette surface sous l'influence des modifications superficielles de l'écorce. En adoptant 2,6 pour l'une des densités, 3,0 pour l'autre, la surface à étudier serait celle de 2,8.

Prenons comme surface de comparaison celle de densité 2,8, qui était de niveau au moment de la solidification, et considérons deux voussoirs de Pratt consécutifs, l'un terrestre, l'autre maritime; leurs bases au niveau d'isostasie sont égales et leurs poids égaux. Si donc on désigne respectivement par H, H_1, H_2 et C, h_1, h_2 : la cote du sol, l'épaisseur de la couche de densité moyenne $\delta_1 = 2,6$, l'épaisseur de la couche de densité moyenne $\delta_2 = 3,0$, dans le voussoir marin et dans le voussoir terrestre, nous aurons, en réduisant à 1 la densité 1,03 de l'eau de mer :

$$(1) \qquad h_1\delta_1 + h_2\delta_2 = H + H_1\delta_1 + H_2\delta_2,$$

et par définition

$$(2) \qquad H_2 + H_1 + H + C = h_2 + h_1,$$

(1) Ch. Gorceix, *Corrélation probable des niveaux de base et des oscillations des fronts glaciaires*, Grenoble, 1919.

d'où l'on tire

$$H_2 - h_2 = C \frac{\delta_1}{\delta_2 - \delta_1} + H \frac{\delta_1 - 1}{\delta_2 - \delta_1}. \tag{3}$$

Le second membre étant positif, le premier doit l'être, ce qui signifie que la *surface de séparation de densité moyenne est plus près du niveau d'isostasie sous les continents que sous les mers.*

Lorsqu'on fait $C = 0$ (plaine au bord de la mer), h_2 devient la distance h_0 du plan de comparaison au niveau d'isostasie et l'on a

$$H_2 = h_0 + H \frac{\delta_1 - 1}{\delta_2 - \delta_1}.$$

Sous la mer, la surface de séparation s'éloigne du niveau d'isostasie proportionnellement à la profondeur; avec les nombres adoptés $H_2 - h_0 = 4\,H$.

Si, de même, on remplace la mer par une plaine en faisant $H = 0$, on a

$$h_2 = h_0 - C \frac{\delta_1}{\delta_2 - \delta_1}.$$

Sous le continent, la surface de séparation se rapproche du niveau d'isostasie proportionnellement au relief. Le coefficient serait 6,5.

On voit donc que la surface de séparation a une allure, par rapport à la snrface de comparaison, en quelque sorte symétrique du relief du sol, mais avec une amplification variant de 4 à 6,5 des ordonnées. C'est une condition d'équilibre indépendante des hypothèses géogéniques.

Pour des mers très profondes, il se pourrait qu'il y eût suppression complète de la couche supérieure et même débordement de l'autre dans le fond; pour les hautes chaînes avant l'érosion, le contraire a pu se produire et des barrages sous-corticaux se créer qui ont disparu avec l'allégement dû à l'érosion.

Dans les calculs, on ne fait pas intervenir cette déformation de la surface de séparation primitive, il en résulte le *déficit* constaté par Pratt qui représente, exprimé en hauteur de la couche supérieure, la différence de masse causée par cette déformation; c'est-à-dire $(H_2 - h_2)\frac{\delta_2 - \delta_1}{\delta_1}$, qui est la valeur de C obtenue dans l'équation (3) ci-dessus lorsqu'on fait $H = 0$. C'est bien l'ordre de grandeur des déficits trouvés jusqu'ici dans les régions montagneuses. C'est d'ailleurs ce qui montre la supériorité de la formule de Faye sur celle de Bouguer, pour déduire la pesanteur vraie de celle observée. Le premier supprime le terme de correction relatif à l'attraction

de la masse située entre le lieu d'observation et le niveau de la mer, c'est-à-dire l'influence de C; ce qui revient à dire que le déficit est égal à la masse au-dessus du niveau de la mer.

Les inégalités restant entre les valeurs observées, après correction de Faye, et les valeurs calculées pour g proviennent de ce que l'équilibre réel n'est pas atteint. Le déplacement du visqueux sous-cortical destiné à l'établir est, comme je l'ai expliqué dans la brochure citée plus haut, extrêmement lent et, avant qu'il soit réalisé complètement, des modifications dans la répartition des masses supérieures peuvent se produire qui exigent de nouvelles positions d'équilibre, elles-mêmes jamais atteintes peut-être. Il peut aussi arriver que ces modifications soient insuffisantes pour vaincre l'inertie et les frottements, tout en ayant une influence sur la gravité si elles se sont produites près du lieu d'observation. Les hypothèses géogéniques devront donc pouvoir expliquer les allures générales de la surface de séparation que nous venons de définir : décapage des matières légères au fond des mers avec accumulation de roches lourdes, et inversement amoncellement sous les continents de roches légères au détriment des roches lourdes; en un mot, déplacement sous-cortical du magma visqueux vers la mer et érosion des bassins marins.

BOTANIQUE. — *La forme ascophore du* Clasterosporium fungorum (*Fr.*) *Sacc.* (Amphisphæria fungorum, *n. sp. Eug. Licent*). Note de M. **Eug. Licent**, présentée par M. Gaston Bonnier.

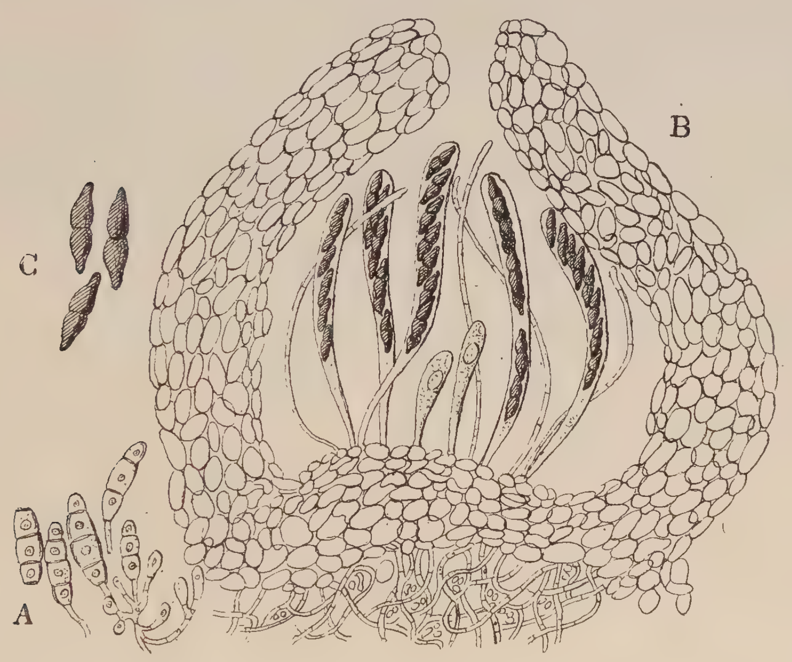
On sait que l'on désigne sous le nom de Mucédinées ou de Champignons imparfaits, de nombreuses formes qui n'ont pu encore être rattachées à des groupes de Champignons définis, soit parce que l'on n'a pas trouvé les appareils sporifères de ces espèces dont on ne connaît que la forme conidienne, soit parce que cette dernière forme seule existerait chez elles.

On a déjà pu rattacher un certain nombre de ces Champignons imparfaits à des groupes connus et nettement caractérisés. Cette Note traite d'un nouvel exemple de ce genre; il s'agit d'une de ces espèces de Mucédinées dont j'ai trouvé l'appareil à asques et qui, par conséquent, doit être rangée dans les Ascomycètes, la Mucédinée déjà décrite par Fries n'en étant que la forme conidienne.

J'observe depuis plusieurs années à Rombies, près Valenciennes (Nord), et toujours dans un même endroit très petit et bien délimité, le *Clastero-*

sporium fungorum (Fries) Saccardo, parasite sur des *Corticium* (*C. calceum* Persoon et *C. lacteum* Fries) qui revêtent en hiver les branches sèches de diverses essences, surtout Orme et Saule blanc.

Sur les croûtes blanches de ces *Corticium*, le *Clasterosporium* apparaît dès novembre sous forme de taches olivacées noirâtres, d'abord petites, plus ou moins orbiculaires et nettement délimitées, puis confluentes. La couleur noire de ces taches est due, comme chez toutes les Dématiacées, à la teinte foncée non seulement des conidies, mais aussi de tous les filaments, mycéliens ou conidifères, du thalle. Les filaments conidifères ne diffèrent en rien des filaments mycéliens. Ils sont très courts et verticalement dressés à la surface du support. Les conidies, qu'ils portent *toujours isolées et terminales*,



Amphisphæria fungorum. — A, forme conidienne; B, appareil à asques; C, ascospores.

représentent simplement leur extrémité libre plus ou moins renflée, allongée, pourvue de 3 à 5 cloisons transverses délimitant 4 à 6 cellules dont les extrêmes, hyalines et marcescentes, se dessèchent à maturité au moment où ces conidies se détachent pour s'agglomérer en un enduit superficiel, noir, mat, fuligineux par le sec, brillant et visqueux par l'humidité. Elles sont alors (voir la figure en A) fusiformes-ovales plus ou moins allongées, obtuses arrondies ou même nettement tronquées aux deux extrémités, de

25^{μ} à 30^{μ} de long sur 5^{μ} à 7^{μ} de diamètre, ordinairement biseptées-3-cellulaires, à membrane d'enveloppe et à cloisons épaisses. Elles sont de plus uninucléées dans chaque cellule.

Bientôt les périthèces apparaissent. D'abord totalement immergés sous l'enduit noirâtre, ils deviennent de plus en plus saillants et se trouvent à la fin presque entièrement libres à la surface.

Complètement développés (voir figure en B), ils sont très petits, de $\frac{1}{5}$ à $0^{mm},5$ au maximum, épars et isolés au début; puis agrégés en masse de plus en plus compactes par l'apparition successive de nouveaux individus de plus en plus nombreux, d'abord olivacés verdâtres et coriaces, puis noirs et carbonacés, glabres et lisses, de forme sphérique ou légèrement ovoïde, avec une ostiole toujours apicale et peu distincte, parfois cependant en papille ou en mamelon assez saillant et plus ou moins ouvert.

En coupe, ils montrent une paroi très épaisse à éléments cellulaires petits, et à leur base une couche hyméniale de même structure en coussinet très net.

Cette couche hyméniale porte des asques très nombreux entremêlés de paraphyses du type ordinaire, linéaires, hyalines, cloisonnées, et non ou à peine renflées à leur extrémité libre.

Asques et paraphyses remplissent toute la cavité du périthèce.

Les asques complètement formés sont en massue allongée, longuement atténuée à la base et obtuse arrondie à son sommet libre, de 300^{μ} à 400^{μ} de longueur sur 20^{μ} à 40^{μ} de largeur, et renferment 8 spores plus ou moins obliquement unisériées.

Ces spores (voir figure en C) sont, à maturité, brunes ou noires, *uniseptées bicellulaires*, très rarement bi-triseptées, ovales fusiformes, atténuées en pointe à leurs extrémités, étranglées par le milieu et assez renflées de chaque côté de la cloison et de l'étranglement.

Tous ces caractères du périthèce et des spores font de ce Champignon une *Sphæriale Sphæriacée* et *Amphisphæriacée*, du genre *Amphisphæria* luimême, et que je propose de nommer *Amphisphæria fungorum*, n. sp. pour conserver le nom de la forme conidienne connue depuis longtemps, nom qui caractérise bien le mode de vie de cette Mucédinée sur le thalle de diverses Théléphoracées. Tel est aussi l'avis de M. Patouillard, qui a bien voulu contrôler mes déterminations en examinant les échantillons et les coupes que je lui ai communiqués.

BOTANIQUE. — *Sur l'évolution du chondriome et des plastes chez les Fucacées.* Note de M. G. **Mangenot**, présentée par M. L. Mangin.

Les travaux de Guilliermond ont montré que, chez les végétaux supérieurs, les chloroplastes proviennent de la différenciation de mitochondries. Chez les Bryophytes, au contraire, Scherrer, Sapèhin et Mottier ont signalé la persistance, dans toutes les cellules, de chloroplastes à côté des mitochondries. Comment se comportent à cet égard les Algues d'organisation supérieure, telles que les Fucacées? Le Touzé et Nicolosi-Roncati répondent que, chez les Fucacées, les phaeoplastes naissent aux dépens de mitochondries comme chez les végétaux supérieurs. Mais les travaux de ces auteurs sont limités à la cellule initiale du thalle. C'est pourquoi nous avons tenté la solution du problème en l'abordant à tous les stades du développement dans le genre *Fucus* (*Fucus vesiculosus* et *platycarpus*).

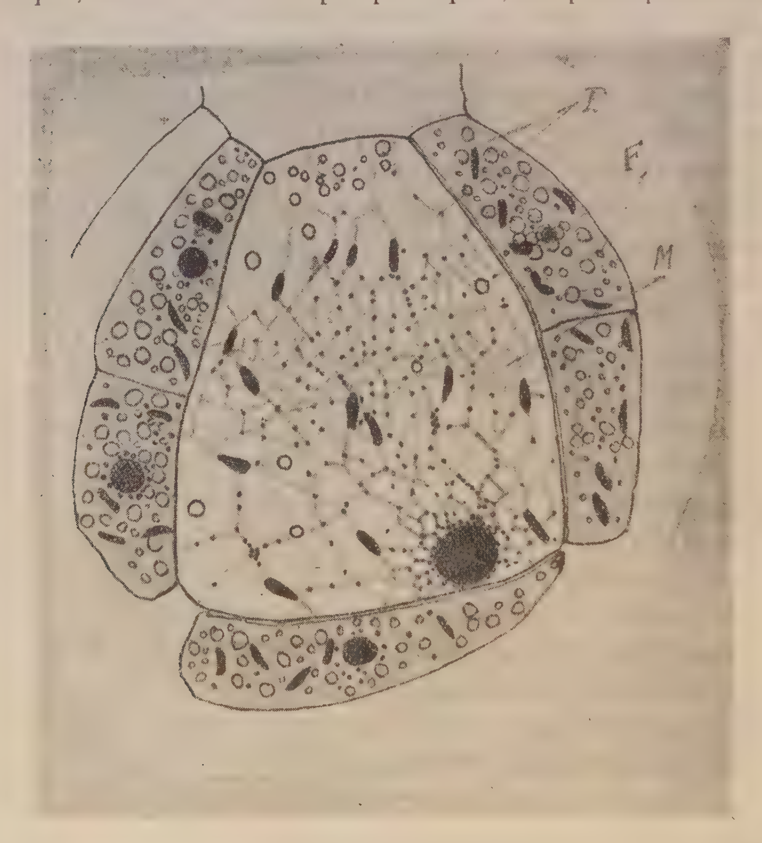
Si l'on pratique une coupe transversale au sommet d'un thalle de *Fucus* en pleine vitalité, à travers la crypte où se cache la cellule apicale, on aperçoit, aux plus faibles grossissements, la région initiale trancher par sa teinte verte sur les autres tissus plus pâles, parce que moins denses, représentés sur la section. Un fort grossissement ne décèle pas exactement, au sein des tissus vivants, la cellule apicale; mais, sur les coupes les plus minces, il est impossible d'apercevoir, à son emplacement probable, une zone incolore, même très limitée. Toutes les cellules sont vertes et renferment de petits phaeoplastes aciculaires; il y a donc de fortes présomptions pour que la cellule apicale en contienne aussi.

La technique cytologique a précisé ces résultats de l'étude vitale. Nous avons donné quelque sécurité à nos recherches, en employant, d'une façon convergente, plusieurs fixateurs; le formol et le liquide de Regaud ont particulièrement bien réussi.

La cellule apicale représentée par notre dessin a été fixée au formol. Elle possède un cytoplasme spumeux; les travées protoplasmiques anastomosées sont semées de nombreuses mitochondries exclusivement granuleuses (M), qui sont bien des mitochondries, et n'ont rien de commun avec le « sphérome » de Dangeard. On aperçoit aussi des plastes (P), bien nets, d'assez petite taille, et correspondant aux phaeoplastes. Enfin, les grains de fucosane (F), colorés en jaune par le bichromate dans la méthode de Regaud, ne sont pas rares. Les cellules voisines ont à peu près la même structure : dans les cel-

lules extérieures, détachées latéralement de la cellule apicale, les plastes se divisent activement et grossissent peu à peu, tandis que les grains de fucosane se font plus nombreux et plus volumineux. Les cellules épidermiques ont leur phaeoplastes localisés à la partie basale, autour du noyau; la région externe est occupée par les mitochondries granuleuses, abondantes, disséminées au milieu du fucosane.

Tandis que, dans ces cellules périphériques, les phaeoplastes atteignent



Cellule apicale de *Fucus*.

de grandes dimensions, en rapport avec leur rôle d'assimilation intense, dans les cellules du corps central, détachées de la base de la cellule apicale, ils restent petits; on les retrouve avec cette petite taille, même dans les régions âgées du thalle. Alors que les fixateurs renfermant de l'acide acétique ne déforment que légèrement les gros plastes des cellules extérieures, ils altèrent, jusqu'à les faire parfois disparaître, les petits plastes, moins imprégnés de pigment, de la cellule apicale et des tissus profonds; il y a donc,

entre les deux catégories de plastes, non seulement une différence de taille, mais encore une différence de résistance aux agents chimiques.

On en arrive à se demander si, dans les cellules du corps central, ces propriétés particulières des phaeoplastes ne sont pas un signe que ces cellules on gardé un caractère embryonnaire; on sait d'ailleurs qu'elles ont des potentialités étendues et peuvent se segmenter activement pour donner des plantules adventives. La région initiale d'une plantule adventive renferme donc de petits phaeoplastes comme celle d'une plantule ordinaire; mais elle les tient des cellules profondes du thalle au lieu de les tenir de l'embryon.

Nos recherches montrent donc que la cellule apicale des *Fucus* renferme des phaeoplastes bien constitués; ce caractère, entre plusieurs autres, la rapproche de la cellule initiale des Sphacélariacées, étudiée par Swingle et Escoyez; et, sans doute, les « microsomes » décrits par ce dernier auteur chez *Stypocaulon* ne sont-ils autre chose que des mitochondries granuleuses.

PHYSIOLOGIE. — *Le vol à voile par vent horizontal de vitesse et de direction invariables.* Note de M. **P. Noguès**, présentée par M. Charles Richet.

Un vent horizontal de vitesse et de direction invariables peut-il devenir une source d'énergie permettant à un oiseau de naviguer en tous sens comme un bateau à voiles?

Nous répondons affirmativement à cette question et nous prenons comme base de notre démonstration le principe suivant qui nous paraît évident.

Si un oiseau, préalablement doué d'une certaine vitesse absolue, horizontale, est en position de planement dans un vent horizontal de vitesse et de direction invariables, il faut et il suffit, pour que la vitesse de cet oiseau augmente, que la réaction de l'air sur le plan de ses ailes puisse donner naissance à une composante positive dans le sens de la vitesse de l'oiseau.

Pour la clarté de notre démonstration, nous examinerons trois positions du plan *mnpq* (voir *fig.* 1 et légende).

Première position. — Le plan *mnpq* est horizontal. Il coïncide alors avec le plan des forces en jeu et ne subit aucune réaction.

Deuxième position. — Le plan a tourné autour de la ligne OA comme

axe, de telle sorte que le courant relatif WO l'attaque par sa face inférieure sous un certain angle i. En l'absence de toute résistance passive,

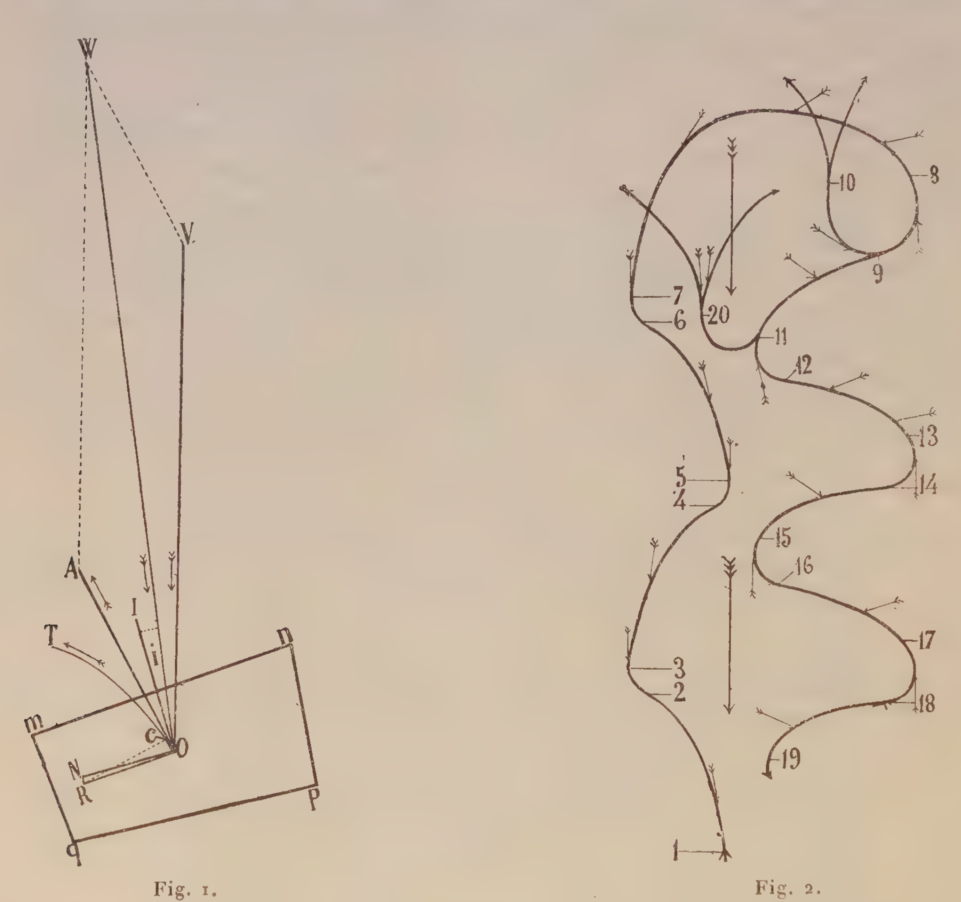


Fig. 1.

Fig. 2.

Légende de la fig. 1. — VO, vitesse et direction du vent; OA, vitesse absolue et direction de l'oiseau; WO, vitesse et direction du courant relatif; *mnpq*, plan des ailes; IOV ou i, angle d'attaque du courant relatif, toujours suffisant pour que la composante verticale de la normale ON au plan fasse équilibre à la pesanteur; OR, résultante de toutes les actions de l'air sur l'oiseau; O*c*, composante positive, projection de OR sur OA.

Legende de la fig. 2. — Les grandes flèches indiquent la direction du vent, les petites celle du courant relatif. — De 1 à 7, vol louvoyant contre le vent; de 7 à 10 et de 7 à 20, vol en orbes; de 9 à 19, vol louvoyant dans le sens du vent; de 1 à 2, de 5 à 6, de 12 à 13, de 16 à 17, dérive à gauche avec accroissement d'énergie se traduisant par une accélération positive ou une ascension; de 3 à 4, de 7 à 8, de 9 à 11, de 14 à 15, de 18 à 19, dérive à droite avec accélération positive ou ascension; de 2 à 3, de 4 à 5, de 6 à 7, de 8 à 9, ou de 8 à 10, de 11 à 12, ou de 11 à 20, de 13 à 14, de 15 à 16, de 17 à 18, dépense d'énergie avec accélération négative ou descente.

c'est-à-dire si le plan était infiniment mince et que le corps de l'oiseau n'offrît aucune résistance à l'avancement, les forces en jeu se réduiraient à

la normale ON au plan et cette normale ne donnerait naissance à aucune composante positive ou négative sur la ligne OA, direction de l'oiseau, située dans le plan. La vitesse propre de l'oiseau se conserverait donc intégralement. Mais l'oiseau éprouve des résistances passives, qui, en se composant avec la normale, donnent une résultante OR d'autant plus inclinée vers l'arrière que ces résistances sont plus élevées.

Troisième position. — Si, partant de la deuxième position, nous faisons maintenant tourner le plan autour de l'axe du courant relatif WO, de façon à l'incliner davantage vers la gauche, la droite OA devient oblique au-dessus du plan, de sorte qu'à un moment donné la résultante OR de toutes les actions de l'air sur l'oiseau devient perpendiculaire à OA. Il y a alors conservation intégrale de l'énergie, la projection de cette résultante sur OA étant nulle. Mais il faut que l'oiseau profite de cette période favorable pour acquérir un supplément d'énergie de façon à pouvoir, sans perdre de sa vitesse initiale, passer les points morts et exécuter les virages nécessaires pour louvoyer, comme le navire à voiles, dans une direction moyenne donnée. Il lui suffira pour cela d'augmenter encore légèrement son inclinaison à gauche autour du même axe WO. La résultante OR sera alors oblique sur OA et donnera naissance à la composante positive O*c* dans le sens de la vitesse de l'oiseau. C'est ce dont nous avons voulu établir la possibilité.

Pour compléter notre exposé, nous ferons remarquer que la normale ON au plan donne naissance à une composante de dérive représentée en grandeur et en direction par sa projection sur le plan horizontal. Cette composante a pour effet d'entraîner l'oiseau vers la gauche et de lui faire décrire une trajectoire courbe qui tend à le ramener dans la direction du vent. L'oiseau se laissera entraîner plus ou moins par cette force de dérive suivant la manœuvre qu'il désirera exécuter. La figure 2 montre quelques-unes de ses évolutions : vol contre le vent, vol en orbes, vol dans le sens du vent (voir la légende de la *fig.* 2).

L'oiseau organisé pour le vol à voile devra donc : 1° posséder une voilure assez étendue et à grand rendement de façon à pouvoir voler avec un angle d'attaque i très petit, ce qui lui permettra de réduire sa composante de dérive au minimum (ce qui sera particulièrement utile dans le vol contre le vent); 2° être bon projectile, tant au point de vue de la forme (pour que la résultante OR soit le plus rapprochée que possible de la normale), que de la densité de section (pour qu'il emmagasine assez d'énergie pour passer

les points morts) (voir *fig.* 2 et légende). Il devra donc être relativement gros, car, si les surfaces résistantes croissent comme le carré de la dimension, le poids augmente comme le cube.

Le voilier, tel que la nature nous le présente, répond à toutes ces conditions.

Conclusion. — Le vol à voile par vent horizontal de vitesse et de direction invariables est possible et notre théorie permet une interprétation logique et simple des faits observés.

PHYSIOLOGIE. — *Sur une méthode nouvelle d'inscription graphique en physiologie par l'emploi d'un microphone et d'un inscripteur électromagnétique* (1). *Sphygmographe à inscription directe.* Note de MM. CONSTANTIN et SOULA, présentée par M. Richet.

Nous avons fait construire un sphygmographe dont le principe est d'inscrire les variations de résistance électrique produites dans un microphone à grenaille par la pression du pouls.

L'appareillage comporte un dispositif explorateur et un dispositif inscripteur.

Le premier est essentiellement constitué par un microphone. Celui-ci est rattaché à une gouttière dans laquelle sera placé l'avant-bras. Le microphone peut à la fois être mobilisé dans tous les sens autour de son point d'appui, et être fixé dans une position déterminée.

L'appareil inscripteur est un électro-aimant devant les pôles duquel oscille un papillon de fer doux pivotant muni d'un stylet.

Le microphone et l'inscripteur sont branchés sur le même circuit. Le courant est fourni par une pile sèche pour lampe de poche.

La méthode peut être généralisée.

Elle paraît susceptible d'une très grande sensibilité.

L'avantage qu'elle offre de réaliser des inscriptions directes, sans déformations d'élasticité, permet d'espérer qu'elle fournira des précisions nouvelles sur certains points.

La méthode permet l'inscription à distance.

Elle permettra sans doute de réaliser facilement l'électrocardiographie d'une manière courante, par l'usage d'un dispositif amplificateur à lampes audion, du type Abraham et Bloch.

---

(1) Voyez notre Note antérieure (*Comptes rendus*, t. 165, 1917).

PARASITOLOGIE. — *Sur le « Trypanosome » de la Truite.*
Note de Mlle **M. Gauthier**, présentée par M. Laveran.

Tous les auteurs sont d'accord pour admettre que le premier Trypanosome fut découvert par Valentin en 1841 dans le sang d'une Truite. Mais depuis cette époque et bien que ces organismes, en raison de leur inportance pathogène, aient suscité de nombreuses recherches, personne n'a retrouvé ce parasite historique; et, à cause de l'ancienneté et de la brièveté de la description de l'auteur qui, d'ailleurs, le regardait comme une Amibe, il règne encore quelque incertitude sur sa véritable nature et sa position systématique.

Ayant eu l'occasion de rencontrer cet organisme au cours des recherches parasitologiques que nous poursuivons, nous pouvons maintenant affirmer qu'il s'agit effectivement d'un Hémoflagellé dont nous allons préciser les caractères en montrant qu'il doit rentrer non plus dans le genre *Trypanosoma* proprement dit, mais dans le genre *Trypanoplasma* créé par Laveran et Mesnil en 1901 pour des Trypanosomes de Poissons pourvus de 2 flagelles à direction opposée.

Nous avons trouvé cet Hémoflagellé en décembre dans le sang de Truites indigènes (*Trutta fario* L.) de 25^{cm} à 30^{cm} provenant d'un torrent des environs de Grenoble. Sur 7 sujets examinés 5 étaient infestés mais les parasites étaient très peu nombreux dans chacun d'eux.

Observé en pleine activité vitale dans le sang de la Truite, le parasite se présente comme un vermicule sombre, très granuleux, extrêmement mobile, tantôt allongé et semblant nager en ondulant, tantôt ramassé et se déformant en tous sens comme s'il émettait et rétractait des pseudopodes obtus ou globuleux avec la plus grande rapidité. Sans artifice il est impossible de distinguer les flagelles, et sous ce dernier aspect il n'est pas surprenant que Valentin l'ait considéré comme une Amibe bien que ses mouvements de déformation soient beaucoup plus brusques.

Sa véritable morphologie ne peut être reconnue qu'en ralentissant considérablement son activité métabolique, par exemple en ajoutant au sang du bleu de méthylène physiologique, ce qui fait en même temps apparaître les flagelles.

On constate alors que le corps est allongé, légèrement arqué, de 30^{μ} à 40^{μ} de long (sans les flagelles), sur 5^{μ} à 6^{μ} de large. Son extrémité antérieure (celle qui se porte en avant dans la marche) est rétrécie en une sorte de

trompe transparente extensible, très mobile et déformable, riche en myonèmes et portant un flagelle de 15^{μ} environ, complètement libre, ondulant, sensitif. Postérieurement, le corps s'atténue en pointe obtuse avec un court flagelle subterminal presque rigide qui termine une active membrane ondulante prenant son origine à la base de la trompe.

Les formes jeunes que nous avons rarement observées sont transparentes ou à peine granuleuses; mais, chez les formes adultes, tout le corps sauf la trompe est rempli de granulations ovoïdes, réfringentes, assez grosses et d'égale taille, bien vues par Valentin qui se demande s'il ne s'agit pas de grains de pigment mangés par le parasite. Ces granulations, qui ne sont pas de nature pigmentaire, mais peut-être une substance de réserve, donnent à l'organisme vivant, vu par transparence, un aspect sombre très caractéristique. Elles sont projetées dans les expansions multiples et incessamment variées du corps qui se manifestent surtout lorsque l'animal est stationnaire.

Les préparations fixées et colorées au bleu-éosine ne favorisent guère l'étude cytologique en raison de l'abondance des granulations; on distingue toutefois, vers le tiers antérieur du corps, un noyau ovale submarginal, coloré en rouge violet et, plus nettement, en face de lui et un peu en avant, un grand blépharoplaste en bâtonnet arqué, vivement coloré en rouge. Les flagelles, surtout le postérieur, se colorent difficilement et la membrane ondulante est souvent peu apparente.

L'aspect général du parasite, ses granulations et les singuliers mouvements d'expansion pseudopodique brusques, d'enroulement, de déroulement, s'accordent si bien avec les descriptions de Valentin qu'il ne peut y avoir de doute sur l'identité de notre forme avec celle qu'il a observée.

L'Hémoflagellé découvert par Valentin dans le sang de la Truite doit donc rentrer dans le genre *Trypanoplasma*. Dans ce genre, il mérite, en raison de ses caractères particuliers énoncés ci-dessus, de constituer une espèce nouvelle que nous désignerons sous le nom de *T. Valentini* n. sp., la dédiant à la mémoire du premier observateur des Hémoflagellés.

L'agent transmetteur du parasite est selon toute probabilité une petite sangsue, la *Piscicola geometra* L., que nous avons trouvée plusieurs fois fixée sur des truites dans le même cours d'eau.

BACTÉRIOLOGIE. — *Thérapie expérimentale des porteurs de germes.* Note de M. **Tamezo Kabéshima**, présentée par M. Roux.

Au cours de mes recherches sur le « microbe filtrant bactériophage » de d'Herelle (1), j'ai constaté que la bile d'un lapin ayant reçu dans la veine auriculaire une injection du bactériolysat du bacille de Shiga acquiert un pouvoir bactériolysant très marqué. Voici des exemples :

Dix lapins reçoivent dans la veine une injection de 1^{cm^3} du bactériolysat; quelques temps après, on prélève de la bile pour en examiner le pouvoir bactériolysant à l'égard de bacille dysentérique. Après un laps de temps variant de 30 minutes à 16 heures, allant très rarement jusqu'à 24 ou 48 heures, la bile est aussi active que le lysat lui-même, tandis que la bile de dix autres lapins neufs, même non diluée, n'a aucun pouvoir bactériolysant. On peut donc conclure que, si l'on injecte le bactériolysat de d'Herelle dans la veine d'un lapin, on retrouve toujours le principe bactériolysant dans le contenu de la vésicule biliaire. Cette constatation m'a incité à rechercher s'il était possible de traiter par ce moyen les animaux rendus expérimentalement porteurs de germes. Ce sujet présente un intérêt pratique car jusqu'à présent nous n'avons aucun moyen certain de débarrasser un porteur des germes morbides qu'il peut répandre autour de lui.

Pour préparer des porteurs de germes, j'ai pris d'abord les lapins qui avaient bien supporté l'injection du bacille de Shiga, grâce à la vaccination (2). Je leur ai injecté directement dans la vésicule biliaire, après m'être assuré que la bile n'avait plus de pouvoir bactériolysant, un vingtième d'anse de culture du bacille de Shiga sur gélose, âgée de 24 heures.

Comme traitement des porteurs de germes, j'ai pratiqué, à partir du septième jour, des injections intraveineuses du bactériolysat du bacille dysentérique préparé depuis deux mois.

Les lapins étaient sacrifiés en même temps qu'un nombre égal de témoins, lapins porteurs non traités; le bacille dysentérique était recherché dans la vésicule biliaire. D'une façon générale, les lapins ainsi traités présentaient de la cholécystite ou péricholécystite; de plus, dans la plupart des cas, la bile était décolorée et renfermait des flocons blanc jaunâtre.

---

(1) D'Herelle, *Comptes rendus* t. 167, 1918, p. 970.

(2) Kabéshima, *Comptes rendus*, t. 169, 1919, p. 1061.

Le nombre de lapins soumis à cette expérimentation s'élève à 30, mais pour plus de sécurité j'ai exclu les animaux dont la bile ne présentait rien d'anormal ou chez lesquels je n'ai constaté aucun symptôme d'inflammation de la vésicule, c'est-à-dire ceux pour lesquels il n'existait pas une preuve certaine qu'ils étaient restés porteurs de germes, lorsque je les ai tués après le traitement. Les chiffres que je cite ici ne portent donc que sur 24 lapins, dont 12 furent gardés comme témoins.

Les résultats obtenus sont les suivants :

	Mode de traitement.	Nombre d'animaux.
1re série...	2 inj. de 5cm du lysat à 24 h. d'intervalle	1 avec 1 témoin
2e » ...	3 » de 5cm » »	2 » 2 témoins
3e » ...	5 » de 1cm » »	5 » 5 »
4e » ...	7 » de 1cm » »	4 » 4 »

Pour la première série, j'ai tué l'animal le lendemain de la dernière injection; la bile était stérile, mais la culture des parois de la vésicule biliaire donna quelques colonies; j'ai donc décidé de tuer les autres sujets 48 heures après la dernière injection. J'ai constaté la présence du bacille, chez un lapin appartenant à la deuxième série; mais, chez les autres sujets, la bile était stérile. Le bacille de Shiga fut, par contre, trouvé dans la bile de tous les témoins, sauf un de la quatrième série.

Ces expériences montrent que le bactériolysat de d'Herelle, introduit dans la circulation, passe dans la vésicule biliaire où il exerce son action bactériolysante sur les bacilles qui peuvent s'y trouver; il est donc logique de penser qu'il serait possible, au moyen d'un principe bactériolysant actif contre le bacille typhique, d'obtenir un résultat semblable chez les porteurs de bacille d'Eberth.

BACTÉRIOLOGIE. — *Le processus de défense contre les bacilles intestinaux et l'étiologie des maladies d'origine intestinale.* Note de M. F. **d'Herelle**, présentée par M. Roux.

J'ai signalé à propos de la dysenterie et de la typhose aviaire que, en milieu épidémique, l'individu sain abrite fréquemment dans son intestin un microbe bactériophage actif contre l'agent pathogène. Désireux de me rendre compte de l'activité du microbe bactériophage en milieu normal, j'ai examiné, une fois chaque quinzaine pendant dix mois, les selles d'un homme en parfait état de santé. L'essai de l'activité du microbe bactério-

phage a porté, aussi bien dans ces essais que dans ceux dont il sera fait mention plus loin, sur les bacilles dysentériques types Shiga, Flexner et Hiss, les bacilles typhiques et paratyphiques A et B, le *B. coli,* le bacille du hog-choléra et le *B. enteritidis.* Sur 23 examens effectués sans qu'il y ait eu le moindre malaise antérieur, 2 montrèrent la présence d'un bactériophage actif contre le bacille de Shiga, 2 contre les bacilles de Hiss et Flexner, 1 contre le paratyphique A, 3 contre le bacille paratyphique B, 3 contre le *B. coli;* dans tous ces cas, l'activité du microbe bactériophage était relativement peu élevée; enfin un examen a permis l'isolement d'un bactériophage extrêmement actif contre le bacille du hog-choléra. Onze examens furent négatifs. Au cours de ces dix mois, le sujet présenta à deux reprises différentes des troubles intestinaux, très légers d'ailleurs; dans le premier cas, j'isolai le lendemain un microbe bactériophage très actif contre le paratyphique B et le *coli*, dans l'autre très actif contre le bacille de Hiss et légèrement actif contre le bacille de Flexner et le *B. coli.* Deux jours après, dans les deux cas, toute activité avait disparu.

J'ai vérifié en plusieurs circonstances et sur des sujets d'âges divers, toujours en milieu non épidémique, que chaque fois qu'un trouble intestinal, si léger soit-il, se produit, on peut isoler des selles un microbe bactériophage actif contre l'un ou l'autre des bacilles intestinaux. La persistance de l'activité du microbe bactériophage est généralement en rapport avec la gravité du trouble; elle se prolonge rarement plus de huit jours.

J'ai ensuite étendu ces recherches aux individus réfractaires.

1° En milieu contaminé :

Dans les fermes infestées de typhose aviaire les excréments de tous les animaux examinés : chevaux, vaches, porcs, chèvres, oies, renfermaient un microbe bactériophage actif contre le bacille de la typhose. Toutefois, même chez l'oie où l'activité était la plus forte, l'intensité de l'action du microbe bactériophage était loin d'égaler celle qu'il possédait chez les poules convalescentes. Ce qui importe pour la défense intestinale, ce n'est pas tant l'intensité, mais la rapidité de l'adaptation, la bactérie pathogène est alors attaquée dès son entrée dans l'intestin et tout début de culture est empêché. En dehors du milieu épizootique, je n'ai jamais pu déceler chez aucun animal une activité quelconque du microbe bactériophage intestinal pour le bacille de la typhose aviaire.

2° En milieu non contaminé, sur des animaux vivant d'une manière normale :

29 chevaux, d'écuries diverses soit en ville, soit à la campagne, présentèrent tous un microbe bactériophage actif : chez 6 contre l'un ou l'autre des bacilles intestinaux désignés, chez les 23 autres contre tous ces germes à la fois, mais à des degrés différents. Des examens journaliers portant sur un même cheval montrent qu'il se produit des variations brusques dans l'activité respective du microbe bactériophage pour les divers bacilles attaqués : un jour, par exemple, cette activité sera maxima pour le bacille de Shiga et minima pour le paratyphique B, le lendemain ce sera l'inverse; toutes les combinaisons possibles se produisent tour à tour.

Chez la poule, 23 examens portant sur des animaux vivant dans sept régions différentes m'ont permis d'isoler dans tous les cas des microbes bactériophages actifs, souvent très actifs, contre un ou plusieurs bacilles intestinaux, avec, également, une variabilité extrême d'un jour à l'autre.

Le singe (1 examen), le chat (2), la vache (4), le porc (3), le lapin (5), le rat (3), l'oie (5), m'ont fourni des résultats semblables. L'activité du microbe bactériophage étant en général particulièrement élevée pour les bacilles dysentériques des types Hiss et Flexner.

L'activité du microbe bactériophage vis-à-vis d'une bactérie donnée ne peut s'expliquer que par suite d'une culture aux dépens de cette bactérie : toutes les modalités de l'action du microbe bactériophage *in vivo* et *in vitro* le démontrent; d'autre part, toutes les observations concordent pour prouver que, dans l'organisme, le microbe bactériophage cesse d'être actif vis-à-vis d'une bactérie peu de jours après la destruction de cette bactérie. Chez les animaux, l'ingestion de bacilles dysentériques, typhiques et paratyphiques doit donc être extrêmement fréquente puisque chez eux le microbe bactériophage intestinal est, à part de rares intermittences, doué d'un pouvoir bactéricide pour l'un ou l'autre de ces bacilles, et très souvent contre plusieurs à la fois. Chez l'homme même, bien moins exposé à la contagion par suite d'un mode de vie différent, l'activité du microbe bactériophage est très fréquente : chaque fois qu'elle se produit, ce ne peut être que l'indication d'un début d'infection qui généralement passe inaperçu; le microbe bactériophage, par suite d'une adaptation rapide, détruit les germes envahisseurs avant toute multiplication. Mais l'adaptation immédiate, qui est la règle absolue chez l'individu réfractaire, peut exceptionnellement ne pas se produire chez l'individu sensible et, dans ce cas, la maladie se déclare. Quelles peuvent être les causes du délai d'adaptation du microbe bactériophage à la bactériophagie? L'étude du mode d'action

in vitro montre que l'une des causes principales doit être une modification de l'état, chimique ou physique, du contenu intestinal au sein duquel se produit le phénomène.

Ce qui se dégage de ces observations, c'est l'ubiquité des germes dysentériques, typhiques et paratyphiques; l'extrême fréquence des infections avortées par suite de l'accoutumance rapide du microbe bactériophage à la bactériophagie vis-à-vis du germe envahisseur; la similitude du processus de défense chez l'individu sensible et chez l'individu réfractaire.

BACTÉRIOLOGIE. — *La flore bactérienne des eaux d'égouts épurées par le procédé dit des « boues activées ».* Note de MM. **Paul Courmont** et **A. Rochaix**, présentée par M. Fernand Widal.

Nous connaissons par les travaux de Fowler, Ardern, Lockett, etc., en Amérique et en Angleterre, de Dienert, en France, les phénomènes chimiques qui se produisent au cours de l'épuration des eaux d'égouts par le procédé des « boues activées ». La diminution considérable des germes microbiens dans l'eau épurée a été démontrée par Ardern, Hatton, Bartow (1915), Russel et Bartow (1916). La nature biologique du phénomène de la nitrification a été établie par Ardern et Lockett (1915), et Russel et Bartow (1916).

Mais on s'est peu préoccupé de rechercher le rôle que peuvent jouer les autres microbes, soit au point de vue de la transformation ou de la destruction des substances ternaires, soit au point de vue de la dégradation des matières albuminoïdes, préparant ainsi l'action des microbes nitrificateurs renfermés dans les boues.

Cette Note préliminaire a pour objet de confirmer la diminution des germes microbiens dans les eaux épurées et décantées, et de donner un premier aperçu sur leur flore microbienne.

La numération des microbes aérobies a été faite par la méthode classique de Miquel et celle des anaérobies par le procédé des tubes de Vignal.

Nos recherches ont porté sur deux échantillons de sewage provenant des égouts de la ville de Lyon, dont un seul nous a été soumis avant d'être traité. Nous n'avons pu ainsi pratiquer une numération préalable que sur le premier échantillon. Ces échantillons étaient de provenance très différente

mais renfermaient tous deux des matières fécales. Ils ont été soumis à l'aération dans un appareil dans lequel l'air était introduit par aspiration au moyen d'une trompe dont le débit d'air fut réglé à 150 litres à l'heure et renfermant des boues activées (nitrification de 10^{mg} environ d'ammoniaque par litre et par heure). Ces deux échantillons ont été mis en contact avec des boues activées provenant d'eaux d'égout de même origine.

Les prises pour les essais bactériologiques furent effectuées au bout de plusieurs jours d'aération. Dans des tubes stériles les liquides étaient abandonnés pendant quelques instants à la décantation (la flocculation, comme on sait, est très rapide). Les ensemencements de l'eau claire surnageante furent faits en cultures aérobies et en anaérobies.

Voici les résultats :

I. Eau épurée n° 1. — *a. Numération avant traitement* :

Microbes aérobies	154000000 au centimètre cube
Microbes anaérobies	48000000 »

b. Numération après traitement :

Microbes aérobies	Bactéries non chromogènes non liquéfiantes	7325
	» chromogènes non liquéfiantes	45612
	» chromogènes liquéfiantes	1100
	» non chromogènes liquéfiantes	11150
	Total	65187

Microbes anaérobies : Une seule espèce non chromogène non liquéfiante = 2400 au centimètre cube.

Ces microbes anaérobies sont-ils des anaérobies stricts?

Toutes les colonies d'un tube de Vignal ensemencé avec $0^{cm^3},5$ d'une dilution à 1 pour 100, au nombre de 12 ont été ensemencées en aérobies, en bouillon peptoné ordinaire. Toutes ces colonies ont poussé en 24 heures à 3 jours, sauf une. L'examen de toutes ces colonies a montré qu'il s'agissait du même microbe que nous avons d'ailleurs isolé de nos cultures en aérobiose (microbe n° 2 de la flore aérobie de cet échantillon).

II. Eau épurée n° 2 (après traitement) :

Microbes aérobies	Bactéries non chromogènes non liquéfiantes....	900 au cm^3
	» chromogènes non liquéfiantes........	53275 »
	» non chromogènes liquéfiantes........	3450 »
	» chromogènes liquéfiantes............	975 »
	Total des aérobies	58600 au cm^3

Microbes anaérobies : Bactéries non chromogènes non liquéfiantes = 800 au centimètre cube.

Comme dans le cas précédent, nous avons cherché s'il s'agissait d'anaérobies vrais ou facultatifs. Les huit colonies obtenues dans le tube de Vignal (ensemencé avec 1^{cm^3} de la dilution à 1 pour 100) ont poussé en aérobiose, en 48 heures en bouillon peptoné ordinaire.

III. En pratiquant de nombreux ensemencements de l'échantillon n° 1 soit sur plaques de gélose, soit sur plaques de gélatine, nous croyons être arrivés à isoler toutes les espèces microbiennes, poussant sur ces milieux, que contenait cette eau. Ces espèces sont en nombre réduit : 7 en tout; le *Bacillus subtilis*, une seule espèce non chromogène non liquéfiante, poussant aussi bien en anaérobiose qu'en aérobiose et 5 espèces chromogènes liquéfiant ou ne liquéfiant pas la gélatine.

Aucune de ces espèces ne peut être identifiée soit au colibacille, soit à une espèce pathogène connue.

Des expériences ultérieures permettront de suivre les étapes de la réduction microbienne globale et celle du nombre des espèces au cours de l'épuration et apporteront quelques précisions nouvelles que nous n'avons pu obtenir au cours de ces premières expériences.

Les espèces isolées de l'échantillon n° 1 sont actuellement à l'étude pour rechercher si elles jouent un rôle dans la destruction des substances ternaires et la dégradation des substances quaternaires, préparant ainsi l'action des microbes nitrificateurs des boues.

Quand à l'échantillon d'eau épurée n° 2, la flore en est également très réduite et ne renferme ni colibacille ni espèce pathogène.

Conclusions. — 1° La réduction microbienne dans l'eau épurée par le procédé des *boues activées* est considérable. Dans l'échantillon n° 1, le nombre global des microbes passe de 202500000 par centimètre cube, à 67587, après l'épuration. Dans l'échantillon d'eau n° 2, ce nombre est de 58600 par centimètre cube, après épuration.

2° Les espèces microbiennes des eaux épurées sont toutes aérobies. Ces eaux ne renferment aucun anaérobie strict. Les germes de la putréfaction paraissent donc détruits.

3° Dans les deux cas, les espèces chromogènes prédominent de beaucoup sur les espèces non chromogènes.

4° La flore bactérienne des eaux épurées est très peu variée. Elle se réduit à un petit nombre d'espèces.

5° Les eaux épurées ne paraissent renfermer ni colibacille ni aucune espèce pathogène classique.

MÉDECINE. — *Sur la préparation et la conservation de la pulpe vaccinale.* Note (1) de M. **Frédéric Bordas**, présentée par M. d'Arsonval.

Dans la séance du 15 décembre 1919, M. P. Achalme et Mme Phisalix ont communiqué une Note traitant de la conservation du vaccin antivarioleux dans laquelle les auteurs estiment que nos recherches, résumées dans une Note *Sur la préparation et la conservation des sérums et vaccins par la dessiccation dans le vide absolu*, ne font que confirmer les expériences qu'ils ont poursuivies en 1908-1909 au Laboratoire colonial du Muséum et qui ont été publiées dans le *Bulletin de la Société de Pathologie exotique*, le 21 juillet 1909.

Nous nous bornerons à faire remarquer d'abord que le procédé décrit par M. P. Achalme et Mme Phisalix n'offre aucune analogie avec la technique spéciale et rigoureuse de préparation et surtout de conservation du vaccin que nous avons indiquée dans notre Note du 13 octobre 1919 et qu'ensuite le procédé de M. P. Achalme et Mme Phisalix n'a paru que *plusieurs années après* la présentation de nos premiers travaux sur ce sujet avec M. d'Arsonval (2).

M. **L. Monteil** adresse une lettre relative à *une relation entre les crues anormales et les secousses sismiques.*

(Renvoi à l'examen de M. G. Lemoine.)

---

(1) Séance du 29 décembre 1919.

(2) D'Arsonval et Bordas, *Comptes rendus*, 1906, t. 142, p. 1058 et 1179, et t. 143, p. 567.

M. **Václav V. Kalčík** adresse un Ouvrage intitulé : *The first fragments of a new science of general characteronomy.*

(Renvoi à l'examen de M. H. Deslandres.)

M. **L. Marty** adresse un Mémoire manuscrit intitulé : *Étude de quelques cytomyces.*

(Renvoi à l'examen de M. E. Roux.)

La séance est levée à 16 heures et demie.

A. Lx.

ERRATA.

—

(Séance du 15 décembre 1919.)

Note de M. *M. Plancherel*, Sur la méthode d'intégration de Ritz :

Page 1153 : ligne 7, *au lieu de* $x, {}_1\Phi_1$, *lire* $x_1\Phi_1$; ligne 10, *au lieu de* $\frac{\partial\Phi_p}{\partial y}\frac{\partial\Phi_p}{\partial y}$, *lire* $\frac{\partial\Phi_p}{\partial y}\frac{\partial\Phi_q}{\partial y}$; ligne 19, formule (2), *au lieu de* $\sum_{q=1}^{\infty}$, *lire* $\sum_{q=1}^{n}$; lignes 2 et 3 de la note, *au lieu de* évidemment, *lire* éventuellement.

(Séance du 29 décembre 1919.)

Note de MM. *Gabriel Bertrand*, *Brocq-Rousseu* et *Dassonville*, Action comparée de la chloropicrine sur le charançon et sur le tribolium :

Page 1429, ligne 1, *au lieu de* en moins grand nombre, dans le maïs, *lire* en moins grand nombre que le charançon, dans le maïs.